



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN *SELF-PROPELLED BARGE* SEBAGAI FASILITAS
PENGANGKUT *BLOCK* UNTUK GALANGAN KAPAL DARI
BATAM KE SINGAPURA**

Rakadrian Nugraha Buana
NRP 04111440000025

Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
Ardi Nugroho Yulianto, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN *SELF-PROPELLED BARGE* SEBAGAI FASILITAS
PENGANGKUT *BLOCK* UNTUK GALANGAN KAPAL DARI
BATAM KE SINGAPURA**

**Rakadrian Nugraha Buana
NRP 0411144000025**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
Ardi Nugroho Yulianto, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT - MN 141581

**SELF-PROPELLED BARGE DESIGN AS A FACILITY TO
CARRY BLOCKS FOR SHIPYARD FROM BATAM TO
SINGAPORE**

**Rakadrian Nugraha Buana
NRP 04111440000025**

**Supervisors
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
Ardi Nugroho Yulianto, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *SELF-PROPELLED BARGE* SEBAGAI FASILITAS PENGANGKUT *BLOCK* UNTUK GALANGAN KAPAL DARI BATAM KE SINGAPURA

TUGAS AKHIR

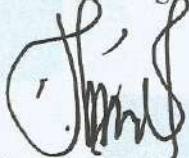
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RAKADRIAN NUGRAHA BUANA
NRP 04111440000025

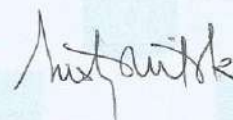
Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II



Ardi Nugroho Yulianto, S.T., M.T.
NIP 1991 2017 11046

Dosen Pembimbing I



Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
NIP 19710320 199512 1 002

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Ariawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 10 JULI 2018

LEMBAR REVISI

DESAIN *SELF-PROPELLED BARGE* SEBAGAI FASILITAS PENGANGKUT *BLOCK* UNTUK GALANGAN KAPAL DARI BATAM KE SINGAPURA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 4 Juli 2018

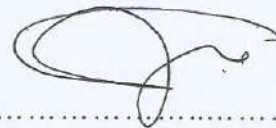
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RAKADRIAN NUGRAHA BUANA
NRP 04111440000025

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Aries Sulisetyono, S.T., M.A.Sc., Ph.D.



2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

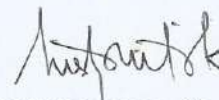


3. Danu Utama, S.T., M.T.

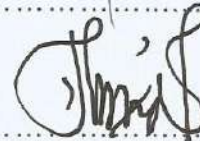


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.



2. Ardi Nugroho Yulianto, S.T., M.T.



SURABAYA, 10 JULI 2016

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. dan Ardi Nugroho Yulianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Aries Sulisetyono, S.T., MASc., Ph.D., Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng., dan Danu Utama, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. *Lloyd's Register of Shipping* yang telah memberikan perangkat lunak *Rulefinder 9.13* untuk mempermudah pencarian dan pemakaian *Class rules* dan *statutory regulations*;
5. Anak-anak Kontrakan BIP X BINBUT atas bantuan dan kejahilan-kejahilan kalian. Semoga lebih dewasa rek.
6. Angkatan P54 DEADRISE atas semangat-semangat dan doa-doanya. Saya tersentuh, sungguh.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 20 Juni 2018

Rakadrian Nugraha Buana

DESAIN *SELF-PROPELLED BARGE* SEBAGAI FASILITAS PENGANGKUT *BLOCK* UNTUK GALANGAN KAPAL DARI BATAM KE SINGAPURA

Nama Mahasiswa : Rakadrian Nugraha Buana
NRP : 04111440000025
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
2. Ardi Nugroho Yulianto, S.T., M.T.

ABSTRAK

Salah satu jasa yang disediakan oleh galangan-galangan kapal di Batam dan Singapura adalah layanan pembuatan blok-blok kapal ataupun bangunan *offshore* dimana blok tersebut akan difabrikasi di sebuah galangan lalu diantar ke galangan lainnya untuk kemudian dilakukan *joint erection*. Dalam tugas akhir ini akan dibahas sebuah moda transportasi berbentuk *self-propelled barge* yang berfungsi untuk mengangkut blok-blok tersebut dengan tujuan meringankan biaya produksi yang disebabkan oleh penyewaan tongkang beserta *tugboat*. Analisis teknis yang dibahas yaitu penentuan ukuran utama kapal, koefisien bentuk, hambatan dan propulsi kapal, *freeboard*, stabilitas kapal, *trim*, serta prosedur *loading* dan *off-loading*. Serta perhitungan ekonomis yang dibahas yaitu perhitungan biaya pembangunan kapal, penentuan harga sewa kapal, *break even point*, serta perbandingan harga dengan moda transportasi yang sudah ada. Ukuran utama kapal yang didesain yaitu panjang *perpendicular* (LPP): 89,2 meter, lebar (B): 21,1 meter, sarat (T): 2 meter, dan tinggi (H): 4,3 meter, dengan kecepatan : 10 knots. Kapal ini memiliki kapasitas untuk mengangkut tiga blok bangunan kapal ataupun bangunan *offshore* yang memiliki ukuran maksimal luasan tiap blok 20 x 18 meter dan berat maksimal 270 ton. Harga penyewaan *self-propelled barge* ini adalah Rp.6.700.000.000.

Kata kunci: blok, *Self-propelled barge*, *loading*, *off-loading*, Batam, Singapura.

SELF-PROPELLED BARGE DESIGN AS A FACILITY TO CARRY BLOCKS FOR SHIPYARD FROM BATAM TO SINGAPORE

Author : Rakadrian Nugraha Buana
Student Number : 04111440000025
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisors : 1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
2. Ardi Nugroho Yulianto, S.T., M.T.

ABSTRACT

One of the facilities that shipyards can offer in Batam and Singapore is the service of fabricating ship blocks and offshore building blocks where the blocks will be fabricated in a shipyard and will be transferred to another shipyard for later be joined. In the process of transferring the blocks it will be needed a kind of transportation that could transport the blocks from one shipyard to another via inwater way. This final project will be discussing about a transportation in a form of self-propelled barge which its purpose will be transporting the blocks in order to save costs from expansions such as renting a regular barge and a tugboat. The technical issues that will be discussed in this final project are deciding the main particulars of the ship, hull form coefficients, the ship's resistance and propulsion, freeboard, ship's stability, trim, and the loading off-loading procedure. The economical issues that will be discussed in this final project are the calculation of the building costs, the ship's renting price, break even point, and the comparison of renting cost between the self-propelled barge and existing tugs and barges. The ship's main dimensions are length perpendicular (LPP): 89,2 meters, breadth (B): 21,1 meters, draft (T): 2 meters, and height (H): 4,3 meters, with a service speed: 10 knots. This self-propelled barge has the capacity to three blocks with a maximum area of 20 x 18 meter cubic and maximum weight of 270 tons. The renting price for this self-propelled barge is Rp. 6.700.000.000.

Keywords: blocks, self-propelled barge, loading, off-loading, Batam, Singapore.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
Bab I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	1
I.3. Tujuan.....	2
I.4. Batasan Masalah.....	2
I.5. Manfaat.....	2
I.6. Hipotesis.....	2
Bab II STUDI LITERATUR	3
II.1. Pendahuluan	3
II.1.1. Pendekatan Desain.....	3
II.1.2. <i>Self-Proppelled Barge</i>	3
II.1.3. Ukuran Utama Kapal	6
II.1.4. Koefisien Bentuk Badan Kapal	7
II.1.5. Hambatan Kapal	8
II.1.6. Propulsi Kapal	9
II.1.7. Berat Kapal	10
II.1.8. <i>Freeboard</i>	12
II.1.9. Stabilitas Kapal.....	13
II.1.10. <i>Trim</i>	14
II.1.11. <i>Break Even Point</i>	14
II.1.12. <i>Net Present Value</i>	14
II.1.13. <i>Profitability Index</i>	15
II.1.14. <i>Internal Rate of Return</i>	15
II.1.15. <i>Payback Period</i>	15
II.2. Tinjauan Pustaka	15
II.2.1. Rute Pelayaran	15
Bab III METODOLOGI	17
III.1. Pendahuluan	17
III.2. Proses Pengerjaan.....	17
III.2.1. Identifikasi Masalah.....	17
III.2.2. Perumusan Masalah dan Tujuan	17
III.2.3. Pengumpulan Data	17
III.2.4. Studi Literatur	18

III.2.5.	Penentuan Ukuran Utama Awal	18
III.2.6.	Analisis Teknis	18
III.2.7.	Desain Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D Model	18
III.2.8.	Penentuan <i>Securing Muatan</i>	19
III.2.9.	Analisis Ekonomis	19
III.3.	Bagan Alir	19
Bab IV	ANALISIS TEKNIS	21
IV.1.	Analisis Penentuan Payload	21
IV.1.1.	Penentuan Blok <i>Payload</i>	21
IV.2.	Penentuan Ukuran Utama Awal	22
IV.3.	Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal	23
IV.4.	Hasil Perhitungan Hambatan Kapal	25
IV.5.	Hasil Perhitungan Propulsi Kapal dan Pemilihan Mesin	27
IV.6.	Hasil Perhitungan Berat Kapal	29
IV.6.1.	Berat Bahan Bakar	30
IV.6.2.	Berat <i>Crew</i>	30
IV.6.3.	Total DWT	31
IV.6.4.	Berat <i>Equipment & Outfitting</i>	32
IV.6.5.	Berat Struktur Total	32
IV.6.6.	Total LWT	32
IV.6.7.	Koreksi Displacement	33
IV.7.	Hasil Perhitungan Titik Berat Kapal	33
IV.7.1.	Total DWT	33
IV.7.2.	LWT	33
IV.7.3.	LCG Total	34
IV.8.	<i>Freeboard</i>	34
IV.9.	Desain Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>)	35
IV.10.	Desain Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>)	36
IV.11.	Penentuan <i>Load Case</i>	37
IV.12.	Hasil Analisis <i>Trim</i>	41
IV.13.	Hasil Analisis Stabilitas	42
IV.13.1.	Analisis Stabilitas Kondisi <i>Consumables</i> 100%	43
IV.13.2.	Analisis Stabilitas Kondisi <i>Consumables</i> 10%	43
IV.14.	Skenario <i>Loading</i> dan <i>Off-Loading</i>	44
IV.15.	Penentuan <i>Securing Muatan</i>	45
Bab V	ANALISIS EKONOMIS	47
V.1.	Biaya Pembangunan	47
V.1.1.	Material	47
V.1.2.	<i>Equipment</i> dan <i>Outfitting</i>	47
V.1.3.	Tenaga Penggerak	48
V.1.4.	Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah	48
V.1.5.	Total Biaya Pembangunan	49
V.2.	Biaya Operasional	49
V.2.1.	Pinjaman Bank	49
V.2.2.	Biaya Perawatan Kapal	50
V.2.3.	Asuransi	50
V.2.4.	Gaji Awak Kapal	50
V.2.5.	Biaya Bahan Bakar Mesin Induk	50
V.2.6.	Biaya Bahan Bakar Mesin <i>Genset</i>	51

V.2.7.	Biaya Air Bersih	51
V.2.8.	Total Biaya Operasional	51
V.3.	Analisis Perbandingan Biaya	52
V.3.1.	Penentuan Biaya Penyewaan <i>Self-Propelled Barge</i>	52
V.3.2.	Proyeksi Arus Kas	52
V.3.3.	<i>Break Even Point, Net Present Value, Profitability Index, Internal Rate of Return, dan Payback Period</i>	54
V.3.4.	Perbandingan Biaya Penyewaan.....	56
Bab VI	KESIMPULAN DAN SARAN	57
VI.1.	Kesimpulan.....	57
VI.2.	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....		59
LAMPIRAN		
LAMPIRAN A	DATA BLOK BANGUNAN	
LAMPIRAN B	HASIL PERHITUNGAN TEKNIS	
LAMPIRAN C	HASIL PERHITUNGAN EKONOMIS	
LAMPIRAN D	DESAIN RENCANA GARIS	
LAMPIRAN E	DESAIN RENCANA UMUM	
LAMPIRAN F	DESAIN MODEL 3D	
LAMPIRAN G	SKEMA <i>LOADING & OFF-LOADING</i>	
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 <i>Spiral Design</i>	3
Gambar II.2 <i>Self-Proppelled Barge</i>	4
Gambar II.3 <i>Self-Proppelled Oil Barge</i>	4
Gambar II.4 <i>Self-Proppelled Barge</i> Membawa Batu Bara.....	5
Gambar II.5 Peta Rute Pelayaran	16
Gambar IV.1 Layout Awal	22
Gambar IV.2 Ilustrasi <i>Load Case</i>	38
Gambar IV.3 Load Case B	39
Gambar IV.4 Load Case C	39
Gambar IV.5 Load Case D	39
Gambar IV.6 Load Case G	40
Gambar IV.7 Load Case F	40
Gambar IV.8 Load Case E.....	40
Gambar IV.9 Skema <i>Loading</i> dan <i>Off-Loading</i>	45
Gambar IV.10 <i>Lashing Rope</i> dan Plat Profil I	45

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Perbandingan Karakteristik <i>Self-Propelled Barge</i> dengan <i>Tug Boat</i> dan <i>Barge</i>	5
Tabel II.2 Tabel C_{SO}	11
Tabel IV.1 Data Blok dari Batamec	21
Tabel IV.2 Ukuran Utama Awal Kapal	22
Tabel IV.3 Ukuran Utama Akhir Kapal	23
Tabel IV.4 Koefisien Bentuk Kapal, LCB, dan <i>Displacement</i>	23
Tabel IV.5 Komponen Hambatan Kapal	25
Tabel IV.6 Komponen Propulsi Kapal	27
Tabel IV.7 Spesifikasi Mesin Induk	29
Tabel IV.8 Spesifikasi Mesin Bantu.....	29
Tabel IV.9 Jabatan Crew	30
Tabel IV.10 Rincian DWT	31
Tabel IV.11 Rincian LWT	32
Tabel IV.12 Hasil Koreksi <i>Displacement</i>	33
Tabel IV.13 Titik Berat DWT	33
Tabel IV.14 Titik Berat LWT	33
Tabel IV.15 Kalkulasi <i>Freeboard</i>	34
Tabel IV.16 Tabel <i>Freeboard</i> ICLL.....	34
Tabel IV.17 Hasil Perhitungan <i>Trim</i>	42
Tabel IV.18 Kriteria Stabilitas.....	42
Tabel IV.19 Hasil Perhitungan Stabilitas <i>Consumables</i> 100%	43
Tabel IV.20 Hasil Perhitungan Stabilitas <i>Consumables</i> 10%	44
Tabel V.1 Biaya Material	47
Tabel V.2 Komponen Navigasi	47
Tabel V.3 Komponen Telekomunikasi.....	48
Tabel V.4 Komponen <i>Outfitting</i>	48
Tabel V.5 Komponen Tenaga Penggerak.....	48
Tabel V.6 Komponen Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah	49
Tabel V.7 Total Biaya Pembangunan.....	49
Tabel V.8 Rincian Peminjaman Bank	50
Tabel V.9 Rincian Gaji Awak Kapal.....	50
Tabel V.10 Rincian Biaya Bahan Bakar Mesin Induk	51
Tabel V.11 Rincian Biaya Bahan Bakar Mesin <i>Genset</i>	51
Tabel V.12 Rincian Biaya Air Bersih.....	51
Tabel V.13 Total Biaya Operasional	52
Tabel V.14 Rincian Proyeksi Arus Kas	53
Tabel V.15 Komponen Analisis Ekonomis	54
Tabel V.16 Perbandingan Tugboat dan Barge Existing dengan <i>Self-Propelled Barge</i>	56

DAFTAR SIMBOL

L _{pp}	= <i>Length Per Pendicular</i> (m)
B	= Lebar kapal (m)
H	= Tinggi kapal (m)
T	= Sarat kapal (m)
C _B	= Koefisien blok
C _P	= Koefisin prismatic
C _M	= Koefisien <i>midship</i>
C _{WP}	= Koefisin <i>waterplane</i>
LCB	= <i>Longitudinal center of buoyancy</i>
C _F	= Koefisien Gesek
C _A	= <i>Coleration Allowance</i>
Δ	= <i>Displacement</i> (ton)
P _E	= Daya efektif (kW)
P _D	= Daya <i>delivery</i> (kW)
P _S	= Daya <i>shaft</i> (kW)
P _B	= Daya <i>break</i> (kW)
C _{SO}	= Koefisien jenis kapal
BEP	= <i>Break even point</i> (Rp. / \$)
NPV	= <i>Net present value</i>
PI	= <i>Profitability index</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Batam merupakan salah satu kota industri yang ada di Indonesia, lebih tepatnya yaitu industri perkapalan. Tidak jarang juga perusahaan galangan-galangan kapal di Batam menerima pesanan dari luar negeri sebagai contoh negara tetangga kita yaitu Singapura. Beberapa jasa yang dilakukan perusahaan galangan-galangan kapal di Batam salah satunya adalah *Steel Structure Fabrication*. *Steel Structure Fabrication* adalah jasa pembangunan satuan blok atau lebih untuk perakitan kembali di daerah lain yaitu seperti pembangunan blok-blok kapal atau pembangunan blok-blok bangunan *offshore*. Dalam proses pengiriman blok-blok ini, perusahaan galangan kapal banyak yang menggunakan jasa pengiriman menggunakan kapal tongkang, terkadang mereka pun menyewa jasa tersebut dari luar negeri. Dan rata-rata dari bisnis penyewaan tongkang harus menyewa kapal *tugboat* juga untuk memandu tongkang tersebut. Dengan begitu akan menambah biaya ekstra dalam pembangunan blok-blok tersebut.

Telah ada Tugas Akhir sebelumnya yang membahas fasilitas tongkang dengan metode *self-propelled barge*. Namun pada Tugas Akhir ini fungsi dari *self-propelled barge* ini adalah untuk mengangkut bangunan blok kapal ataupun bangunan *offshore*.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan ukuran utama *self-propelled barge* pengangkut blok ini?
2. Bagaimana prosedur *loading* dan *off-loading* fasilitas tersebut?
3. Bagaimana mendesain *Lines Plan*, *General Arrangement* dan permodelan 3D yang sesuai dengan kebutuhan di perairan Kota Batam?
4. Bagaimana analisis ekonomis dari *self-propelled barge* ini?
5. Bagaimana *securing* blok pada *self-propelled barge* ini?

I.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan ukuran utama *self-propelled barge* pengangkut blok.
2. Untuk mendapatkan prosedur *loading* dan *off-loading* ini.
3. Untuk mendapatkan desain *Lines Plan, General Arrangement* dan permodelan 3D yang sesuai dengan kebutuhan di perairan Kota Batam.
4. Untuk menghitung analisis ekonomis *self-propelled barge* ini.
5. Untuk penentuan *securing* blok pada *self-propelled barge*.

I.4. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir ini batasan masalah yang ditentukan adalah:

1. Muatan yang dibawa adalah blok kapal atau bangunan *offshore* dan mesin
2. Lokasi akan dipilih rute Batam – Singapura
3. Perencanaan *Self-propelled barge* dibatasi sebatas perhitungan hambatan, penentuan mesin utama, pembuatan rencana garis dan rencana umum.

I.5. Manfaat

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah untuk meringankan biaya pengiriman dalam proses pengiriman blok-blok kapal ataupun bangunan *offshore* yang dibangun oleh perusahaan galangan-galangan kapal yang ada di Batam.

I.6. Hipotesis

Dengan membangun *self-propelled barge* ini, memberikan solusi alternatif dalam pengiriman hasil *steel structure fabrication* dari perusahaan galangan-galangan di Batam sehingga dalam biayan pengiriman akan lebih meringankan bagi galangan-galangan kapal di Batam.

BAB II

STUDI LITERATUR

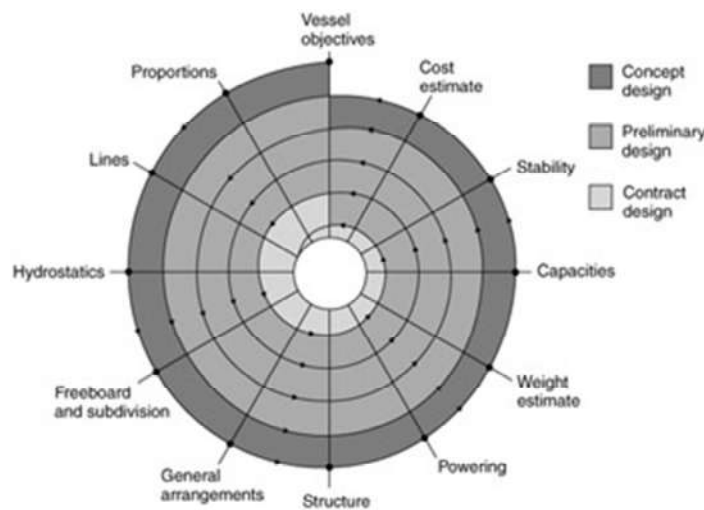
II.1. Pendahuluan

Bab ini membahas tentang literatur-literatur yang digunakan di Tugas Akhir ini.

II.1.1. Pendekatan Desain

Proses pengerjaan suatu desain kapal adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang. Berbagai analisis dilakukan pada tiap tahapan-tahapannya supaya desain yang dibuat nanti akan menjadi optimal ketika desain tersebut dikembangkan. Proses ini disebut sebagai proses *Spiral Design* (Eyres, 2001).

Pada Gambar II.1 kita dapat lihat bahwa dalam tiap tahapan akan dilakukan semua langkah yang sama untuk dilakukannya pengecekan kembali. Dengan kata lain kita akan melakukan evaluasi pada tiap tahapan-tahapannya.



Sumber: Google.com

Gambar II.1 *Spiral Design*

II.1.2. Self-Propelled Barge

Self-Propelled Barge (SPB) adalah salah satu jenis dari tongkang (*barge*) yang di desain dengan bentuk lambung dan bagian bawah yang datar, namun perbedaan dengan tongkang lainnya SPB ini memiliki tenaga penggerak sendiri sehingga tidak memerlukan bantuan *tug boat* untuk bergerak.



Sumber: Google.com

Gambar II.2 *Self-Propelled Barge*

Pada Gambar II.2 adalah bentuk *Self-Propelled Barge* pada umumnya. Secara umum tongkang dibedakan menjadi dua macam berdasarkan cara membawa muatan, yaitu tongkang yang membawa muatan didalam palkah dan tongkang yang membawa muatan diatas palkah (Mukhlis, 2015).

- Tongkang Yang membawa Muatan di Dalam Palkah
 Tongkang yang membawa muatan didalam ruang muat memiliki lambung yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Deck Barge*, beberapa contoh antara lain :
 - Tongkang Pengangkut Minyak (*Oil Barge*) dapat dilihat pada Gambar II.3
 - Tongkang Pengangkut Cairan Kimia (*Chemical Barge*)



Sumber: Google.com

Gambar II.3 *Self-Propelled Oil Barge*

- Tongkang Yang Membawa Muatan di Atas Palkah
Tipe tongkang ini memiliki karakteristik peletakan muatan diatas *deck*, biasanya contoh-contoh tongkang seperti ini disesuaikan dengan jenis muatan yang dibawanya contoh :
 - Tongkang Pengangkut Batubara dapat dilihat pada Gambar II.4
 - Tongkang Pengangkut Petikemas
 - Tongkang Pengangkut Kayu



Sumber: Google.com

Gambar II.4 *Self-Propelled Barge* Membawa Batu Bara

Adapun perbandingan karakteristik dari *self-propelled barge* dengan tongkang dan *tugboat* menurut Tabel II.1 berikut (Samudera Indonesia, 2007).

Tabel II.1 Perbandingan Karakteristik *Self-Propelled Barge* dengan *Tug Boat* dan *Barge*

Keterangan	<i>Tugboat & Barge</i>	<i>Self-Propelled Barge</i>
Bentuk badan (<i>Hull Form</i>)	Bentuk haluan kotak sehingga tahanan yang ditimbulkan tinggi	Bentuk haluan <i>round</i> sehingga tahanan yang ditimbulkan lebih kecil dari tongkang konvensional. Hal ini menyebabkan waktu tempuh (<i>Sea time</i>) lebih singkat.
Kemampuan berhenti dari tabrakan (<i>Crash Stop</i>)	Sepenuhnya tergantung dari kemampuan kapal tunda, sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk mengkondisikan agar tongkang tidak menabrak kapal tunda	Dapat melakukan dengan propulsinya sendiri

Kecepatan berlayar (<i>Running Course</i>)	Pertambahan kecepatan kapal penarik (<i>Tug Boat</i>) membutuhkan waktu yang lama agar kondisi tongkang tidak berayun yang dapat menimbulkan bahaya	Sepenuhnya dapat mengatur kecepatannya sendiri
Tali penarik (<i>Tow Line Connection</i>)	Membutuhkan waktu rata-rata 20-30 menit untuk menyambungkan dan melepaskan tali penghubung antara kapal tunda dengan tongkang	Tidak dibutuhkan tali penghubung
Sarat (Draft)	Kapal penarik (<i>Tug Boat</i>) memerlukan sarat yang lebih tinggi dari tongkang	Tongkang propulsi mandiri mempunyai sarat yang rendah (<i>shallow draft</i>) sama dengan sarat tongkang konvensional
Stabilitas (<i>Stability</i>)	Tidak mempunyai sistem <i>ballast</i> , stabilitas tergantung tarikan <i>tug boat</i>	Mempunyai sistem <i>ballast</i> sehingga stabilitas tongkang lebih baik
Kemampuan manuver (<i>Maneuverability</i>)	Kemampuan manuver rendah, karena harus mengkondisikan tali penarik antara kapal tunda dengan tongkang agar tongkang dapat bermanuver dengan aman	Kemampuan manuver tinggi karena dapat mengatur kecepatan melalui alat propulsinya sendiri
Propulsi (<i>Propulsion</i>)	Tidak mempunyai mesin dan alat propulsi sehingga investasi lebih rendah, tetapi tongkang ini membutuhkan perbaikan di dock kering (<i>dry docking</i>)	Investasi tongkang ini lebih mahal karena mempunyai mesin dan alat propulsi sendiri, tetapi tidak membutuhkan dock kering untuk perbaikan

Sumber: Samudera Indonesia, 2007.

II.1.3. Ukuran Utama Kapal

- a) Lpp (*Length between Perpendicular*) yaitu panjang kapal yang diukur antara garis tegak vertikal di buritan (*after perpendicular*) dan garis tegak vertikal di haluan (*fore perpendicular*).

- b) *Loa (Length Overall)* yaitu panjang keseluruhan kapal yang diukur secara horizontal dari titik depan terluar hingga titik belakang terluar kapal.
- c) *Bm (Breadth Moulded)* yaitu lebar terbesar diukur dari bidang tengah kapal. Untuk kapal baja dan logam lainnya, *breadth moulded* diukur tanpa kulit, sedangkan untuk kapal kayu atau berbahan non-logam diukur dari jarak antara dua sisi terluar kulit kapal.
- d) *H (Height)* yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal dari atas lunas hingga sisi atas geladak disisi kapal.
- e) *T (Draught)* yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas hingga ke permukaan air.

II.1.4. Koefisien Bentuk Badan Kapal

Koefisien bentuk yang dihitung meliputi koefisien blok (C_B), koefisien prismatic (C_P), koefisien *midship* (C_M), koefisien *waterplane* (C_{WP}), LCB dan juga *displacement*.

- Koefisien Blok (C_B)

Koefisien Blok adalah perbandingan volume balok yang menggunakan dimensi $L \times B \times H$ kapal dengan badan kapal yang tercelup air.

$$C_B = \frac{V}{L.B.T} \quad (II.1)$$

Pada persama II.1 merupakan rumus C_B yang digunakan apabila sarat kapal diketahui. Adapun rumus lain menurut Watson & Gilfillan yaitu rumus pendekatan melalui fungsi *Froud Number* (Parsons, 2001).

$$C_B = -4.22 + 27.8\sqrt{Fn} - 39.1Fn + 46.6Fn^3 \quad (II.2)$$

Dimana *Froud Number* merupakan fungsi dari kecepatan kapal.

- Koefisien Prismatic (C_P)

Koefisien Prismatic adalah perbandingan antara volume badan kapal yang tercelup di dalam air dengan volume prisma segi empat yang memiliki luas penampang gading terbesar dan panjang L .

$$C_P = \frac{V}{A_M.L} \quad (II.3)$$

- Koefisien *Midship* (C_M)

Koefisien *midship* merupakan perbandingan antara luas penampang di bagian tengah kapal (*midship*) yang tercelup ke air dengan luas persegi yang memiliki ukuran B dan T . Untuk mencari nilai C_M bisa dilakukan dengan persamaan di bawah.

$$C_M = \frac{A_M}{B.T} \quad (II.4)$$

Untuk mendapatkan nilai C_M pada desain awal, Menurut Watson & Gilfillan dapat menggunakan rumus pendekatan melalui fungsi C_B (Parsons, 2001). Seperti yang di tunjukkan pada persamaan berikut

$$C_M = 0.997 + 0.085(C_B - 0.6) \quad (II.5)$$

- Koefisien *Waterplane* (C_{WP})

Koefisien *waterplane* merupakan perbandingan luas bidang air pada sarat dengan luas persegi yang memiliki dimensi $L_{wl} \times B$. Nilai C_{WP} dapat dicari dengan persamaan

$$C_{WP} = \frac{A_{WP}}{L_{WL}.B} \quad (II.6)$$

Untuk mendapatkan nilai C_{WP} pada desain awal, Menurut Watson & Gilfillan dapat menggunakan rumus pendekatan melalui fungsi C_P (Parsons, 2001). Seperti yang di tunjukkan pada persamaan di bawah

$$C_{WP} = 0.262 + 0.810C_P \quad (II.7)$$

- LCB

Longitudinal Center of Buoyancy (LCB) merupakan letak memanjang dari titik apung (*buoyancy*). Nilai LCB dapat bernilai positif maupun negatif dari titik tengah kapal (*midship*) yang mempengaruhi hambatan kapal dan juga trim (Parsons, 2001).

$$LCB = -13.5 + 19.4 C_P \quad (II.8)$$

- *Displacement*

Displacement adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang merupakan hasil konversi dari volume air yang dipindahkan (*volume displacement*) menjadi satuan massa (ton).

$$Volume\ Disp\ (\nabla) = L.B.T.C_B \quad (II.9)$$

$$Disp\ (\Delta) = L.B.T.C_B.\rho \quad (II.10)$$

II.1.5. Hambatan Kapal

Hambatan Kapal adalah gaya fluida yang bekerja berlawanan arah gerak kapal pada kecepatan tertentu. Hambatan tersebut merupakan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerak kapal. Untuk menghitung hambatan kapal dengan metode Holtrop dapat menggunakan persamaan umum berikut

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{Tot} [C_F(1 + k) + C_A] + \frac{R_W}{W} W \quad (II.11)$$

- Koefisien Hambatan Gesek

Fluida memiliki suatu sifat yaitu kekentalan atau viskositas. Dengan adanya viskositas, fluida dapat menimbulkan gesekan apabila dilewati oleh suatu benda. Untuk menentukan nilai koefisien hambatan gaya gesek, dapat menggunakan persamaan

$$C_F = \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2} \quad (\text{II.12})$$

- Luas Permukaan Basah

Luas permukaan basah adalah seluruh luasan badan kapal yang tercelup di dalam air. Selain luasan badan kapal, terdapat luasan tambahan seperti luas *rudder*, *bilge keel*, dll. Luasan permukaan basah dapat mempengaruhi hambatan, semakin besar luasan permukaan basah maka hambatan yang dihasilkan juga akan besar.

- Koefisien Bentuk

Koefisien bentuk badan kapal dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$(1 + k) = (1 + k_1) + [(1 + k_2) - (1 + k_1)] \frac{S_{app}}{S_{tot}} \quad (\text{II.13})$$

- *Coleration Allowance*

Nilai CA merupakan faktor dari perbandingan sarat (T) dengan panjang garis air (Lwl).

$$CA = \frac{T}{Lwl} \quad (\text{II.14})$$

- Koefisien Hambatan Gelombang

Hambatan gelombang adalah gaya yang menghambat gerak kapal. Gaya tersebut diperoleh melalui gelombang air yang memiliki kemampuan untuk menahan gerak kapal. Untuk mendapatkan nilai R_w dapat menggunakan persamaan berikut

$$R_w = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{m_1 \cdot Fn^d + m_2 \cos(\lambda Fn^2)} \quad (\text{II.15})$$

- Gaya Berat

Dengan menggunakan hukum Newton II, maka gaya berat adalah hasil kali dari *displacement* kapal (ton) dengan percepatan gravitasi (m/s^2)

II.1.6. Propulsi Kapal

Setelah mengetahui hambatan total yang dihasilkan kapal, desainer dapat menentukan kapasitas mesin induk untuk melawan hambatan tersebut. Kapasitas dari mesin induk yang memenuhi dapat ditentukan dengan mencari nilai *Break Horse Power* (BHP). Berikut adalah cara mendapatkan BHP

- *Effective Horse Power (EHP)*

EHP merupakan daya yang diperlukan kapal untuk melawan hambatan yang terjadi sehingga kapal mampu bergerak sesuai dengan kecepatan yang ditentukan (Parsons, 2001). Untuk mendapatkan nilai EHP dapat dilakukan dengan persamaan di bawah,

$$P_E = R_T \cdot v \quad (\text{II.16})$$

- *Delivered Horse Power (DHP)*

DHP merupakan daya yang sampai pada *propeller*. Dipengaruhi oleh efesiensi *hull* (η_H), *relative-rotative efficiency* (η_R), dan *open water efficiency* (η_O). Untuk mencari nilai DHP dapat menggunakan persamaan di bawah,

$$P_D = \frac{P_E}{\eta_H \cdot \eta_R \cdot \eta_O} \quad (\text{II.17})$$

- *Shaft Horse Power (SHP)*

SHP merupakan daya yang telah melewati proses transmisi pada *reduction gear*. SHP dipengaruhi oleh letak kamar mesin dikarenakan letak kamar mesin di bagian belakang dan di tengah kapal memiliki *seal efficiency* (η_S) dan *line shaft bearing efficiency* (η_B).

$$P_S = \frac{P_D}{\eta_S \cdot \eta_B} \quad (\text{II.18})$$

- *Break Horse Power (BHP)*

BHP merupakan daya yang dibutuhkan oleh mesin induk untuk mencapai kecepatan yang direncanakan. Persamaan untuk menghitung BHP adalah

$$P_B = \frac{P_S}{\eta_T} \quad (\text{II.19})$$

- *Maximum Continious Rates (MCR)*

MCR adalah daya yang telah ditambahkan akibat loss dari hal yang lain. Pertambahan daya dari BPH menuju MCR disebut *service margin* yang nilainya sebesar 15%-25%.

II.1.7. Berat Kapal

Besarnya displacement adalah sama besar dengan berat total seluruh kapal. Komponen komponen berat kapal terdiri dari *light weight tonnage* (LWT) dan *dead weight tonnage* (DWT).

- DWT

DWT adalah merupakan berat dari muatan yang tidak tetap yang meliputi berat payload, bahan bakar, minyak lumas, air tawar, bawaan penumpang, dan kebutuhan penumpang. Perhitungan tiap-tiap berat komponen ini dihitung dengan sesuai kebutuhan kapal.

- LWT

LWT adalah merupakan berat dari muatan kapal kosong yang meliputi berat lambung kapal, *superstructure*, *deckhouses*, permesinan, peralatan dan perlengkapan kapal. Dengan menggunakan rumus pendekatan bisa didapatkan berat dari struktur kapal secara keseluruhan meliputi *hull* kapal, *superstructure*, serta *deckhouse*. Berikut rumus yang dipakai (Parsons,2001)

$$W_{ST} = L.B.D_A.C_S \text{ (Ton)} \quad (\text{II.20})$$

D_A merupakan ukuran tinggi kapal yang disesuaikan menurut tinggi dari tiap *deckhouse* dan *superstructure*.

$$D_A = H + \frac{V_A + V_{DH}}{L.B} \quad (\text{II.21})$$

C_S dapat dihitung dengan persamaan

$$C_S = C_{SO} + 0.06 e^{-(0.5U + 0.1U^{2.45})} \quad (\text{II.22})$$

$$U = \log\left(\frac{\Delta}{100}\right) \quad (\text{II.23})$$

Dengan C_{SO} merupakan koefisien berdasarkan jenis kapal seperti pada Tabel II.2

Tabel II.2 Tabel C_{SO}

TIPE KAPAL	C_{SO}
<i>Bulk carriers</i>	0.07
<i>Cargo ship (1 deck)</i>	0.07
<i>Cargo ship (2 decks)</i>	0.076
<i>Cargo ship (3 decks)</i>	0.082
<i>Passenger ship</i>	0.058
<i>Product carriers</i>	0.0664
<i>Reefers</i>	0.0609
<i>Rescue vessels</i>	0.0232
<i>Support vessels</i>	0.0974
<i>Tanker</i>	0.0752
<i>Train ferries</i>	0.65
<i>Tugs</i>	0.0892
VLCC	0.0645

Sumber: Parsons, 2001

II.1.8. *Freeboard*

Freeboard adalah selisih antara tinggi kapal, termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, dengan sarat kapal (T) muatan penuh yang diukur pada sarat musim panas (*Summer freeboard*). Panjang *freeboard* adalah panjang yang diukur dari 96% panjang garis air (L_{wl}) pada 85% tinggi kapal-kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara L_{pp} dan 96% L_{wl} pada 85% tinggi *moulded*. Lebar *freeboard* adalah lebar yang diukur pada bidang tengah kapal. *Freeboard* memiliki tujuan sebagai daya apung cadangan untuk menjaga keselamatan penumpang, *crew*, muatan, dan kapal itu sendiri. *Freeboard* pada kapal harus memenuhi persyaratan dari *International Maritime Organization* (IMO) melalui *International Convention on Load Lines* (ICLL).

Adapun langkah-langkah dalam menentukan *freeboard* kapal yaitu:

1. Penentuan Tipe Kapal

a) Kapal tipe A: kapal dengan persyaratan salah satu dari :

- Kapal yang didesain memuat muatan cair dalam curah.
- Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang equivalent.
- Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.

b) Kapal tipe B: kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A.

2. Perhitungan *Freeboard* standar

Yaitu *freeboard* yang tertera pada Tabel standard *freeboard* sesuai dengan tipe kapal.

3. Koreksi

- Koreksi untuk kapal yang panjang kurang dari 100 m
- Koreksi blok koefisien (C_b)
- Koreksi tinggi kapal
- Tinggi standart bangunan atas dan koreksi bangunan atas
- Koreksi bangunan atas
- Minimum Bow height

II.1.9. Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi kesetimbangan pada kondisi air tenang saat kapal tersebut mengalami gangguan. Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu:

- a) Faktor internal yaitu tata letak barang/*cargo*, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan
- b) Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

Titik-titik penting stabilitas kapal antara lain adalah :

- a. KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM).

- b. KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal (Wakidjo, 1972).

- c. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150).

- d. KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

- e. GM (Tinggi Metasentris)

Tinggi metasentris atau metacentris high (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M.

- f. Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*)

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi (Rubianto, 1996). Momen penegak atau lengan penegak Pada waktu kapal miring, maka titik B pindah ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya keatas melalui B1 . Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut.

II.1.10. Trim

Trim adalah kemiringan kapal secara memanjang akibat perbedaan sarat depan dan sarat belakang kapal. Berdasarkan International Maritime Organization (1998) dalam SOLAS Reg II/7, kondisi maksimum dari trim adalah 0,5% Lwl (IMO).

II.1.11. Break Even Point

Break Even Point adalah suatu titik dimana besarnya pengeluaran dan pemasukan sama. Sehingga tidak didapatkan keuntungan ataupun kerugian pada titik tersebut. Berikut rumus yang dipakai (Martin)

$$BEP = \frac{Fixed\ Cost}{Variable\ Cost/Price} \quad (II.24)$$

Fixed Cost adalah biaya yang diperkirakan tetap harganya.

Variable Cost adalah biaya yang sewaktu-waktu dapat berubah.

Price adalah harga sewa.

II.1.12. Net Present Value

Net present value adalah suatu cara dalam mengukur laba yang didapat dari sebuah usaha yang dihitung dengan harga sekarang dikeluarkan dari arus kas yang keluar dari pemasukan kas yang sekarang dalam kurun waktu tertentu. Suatu usaha dikatakan menghasilkan keuntungan yang baik yaitu apabila nilai NPV diatas 0. Rumus dari *net present value* adalah sebagai berikut

$$NPV = \frac{R_t}{(1+i)^t} \quad (II.25)$$

R_t adalah arus kas bersih.

i adalah persenan diskon.

t adalah waktu dari arus kas.

II.1.13. *Profitability Index*

Profitability index adalah sebuah rasio dimana sebuah usaha akan berbalik modal atau tidak. Sebuah usaha dikatakan bagus apabila nilai dari *profitability index* nya lebih dari 1. Rumus dari *profitability index* adalah sebagai berikut

$$PI = \frac{NPV + \text{nilai investasi}}{\text{nilai investasi}} \quad (\text{II.26})$$

II.1.14. *Internal Rate of Return*

Internal rate of return adalah suatu metode perhitungan investasi dengan menghitung tingkat bunga yang menyamakan nilai investasi sekarang dengan dengan arus kas bersih di masa yang akan datang. Sebuah usaha dikatakan bagus apabila nilai dari IRR lebih besar dari suku bunga pinjaman bank.

II.1.15. *Payback Period*

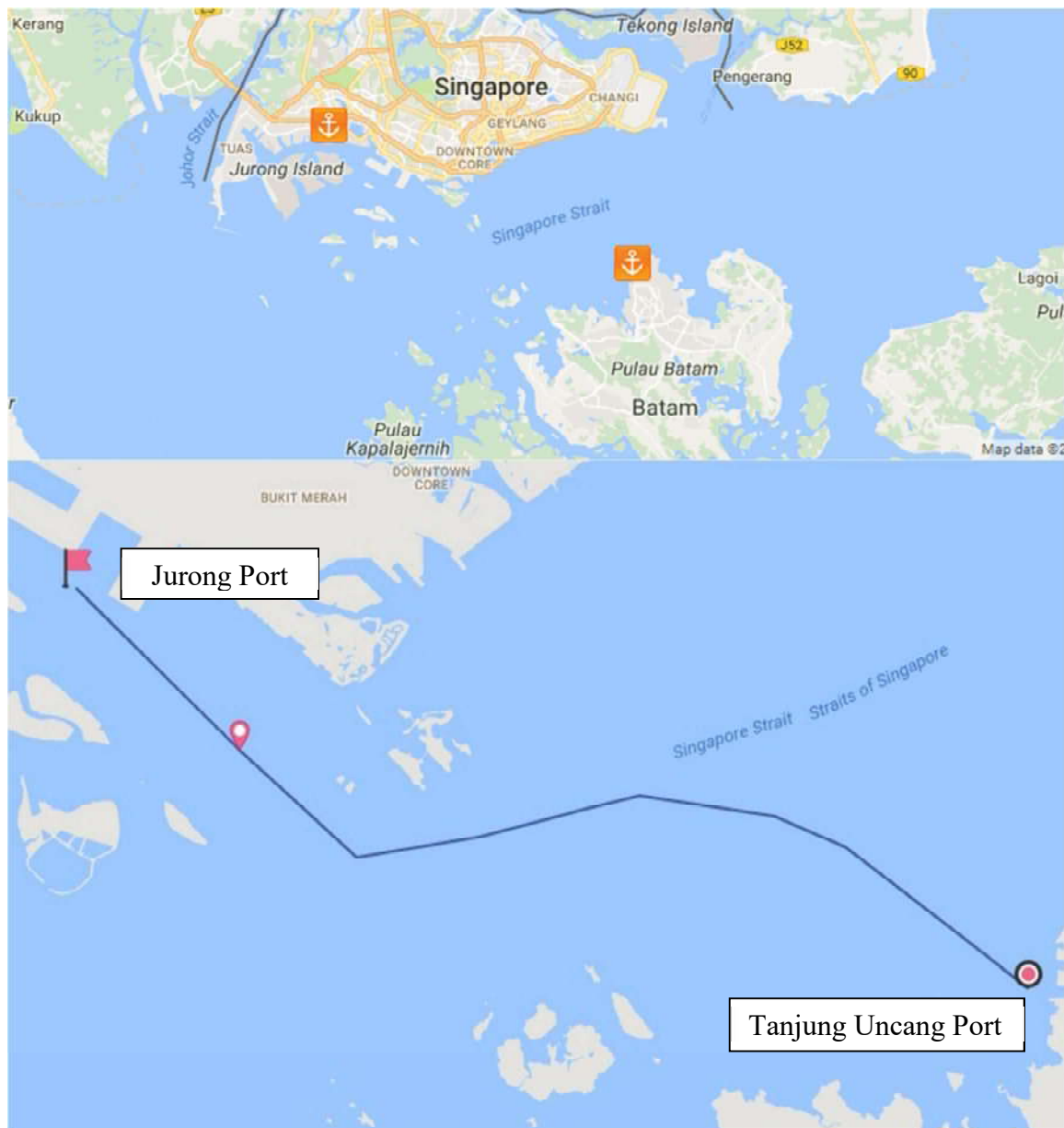
Payback period adalah titik waktu dimana semua modal terkembalikan. Rumus dari *payback period* adalah sebagai berikut

$$\text{Payback period} = \frac{\text{total investasi}}{\text{ arus kas keuntungan tahunan}} \quad (\text{II.27})$$

II.2. Tinjauan Pustaka

II.2.1. Rute Pelayaran

Kota Batam merupakan kawasan yang terkenal dengan industri galangan kapalnya. Dalam setahun perusahaan galangan mengerjakan sekitar seribu unit kapal tongkang dan *tug boat*. Dalam diskusi jurnalis yang digelar di Hotel Venesia Batam Centre, Selasa (10/5/2016), Suri Teo, Sekretaris BSOA (*Batam Shipyard and Offshore Association*) menjelaskan bahwa industri galangan kapal di Batam sangat berkembang. Beberapa galangan kapal di Batam melakukan jasa *steel structure fabrication*. Pemesan dari bangunan blok-blok kapal maupun bangunan *offshore* ini kebanyakan dari luar negara Indonesia, salah satunya adalah Singapura. Salah satu alasan adanya jasa *steel structure fabrication* ini adalah untuk dilakukannya *join erection* di galangan Singapura. Tidak jarang juga pengerjaan blok-blok ini dibangun oleh beberapa galangan terpisah. Rute pelayaran dapat dilihat pada Gambar II.5.



Sumber: Sea-port.org

Gambar II.5 Peta Rute Pelayaran

BAB III METODOLOGI

III.1. Pendahuluan

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini digunakan beberapa langkah-langkah dalam pengerjaannya yaitu identifikasi masalah, perumusan masalah dan tujuan, pengumpulan data, studi literature, penentuan ukuran utama awal, analisis teknis, desain rencana garis, desain rencana umum, desain model 3D, penentuan *securing* muatan, dan yang terakhir adalah analisis ekonomis.

III.2. Proses Pengerjaan

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan pengerjaan melalui beberapa tahapan seperti berikut

III.2.1. Identifikasi Masalah

Dalam tahap ini, dilakukan pengidentifikasian masalah yaitu pencarian suatu masalah dalam lingkungan. Identifikasi masalah didapat dari kasus yang ada pada galangan-galangan kapal di Batam dalam mengirimkan blok-blok kapal yang telah difabrikasi ke galangan-galangan kapal yang berada di Singapura.

III.2.2. Perumusan Masalah dan Tujuan

Setelah didapatkan suatu masalah maka ditelusuri lagi lebih dalam akar permasalahannya untuk kemudian dicari tujuan pemecahannya. Dalam kasus ini adalah mencari sarana transportasi pengganti dari kapal *tug boat* dan tongkang yang sudah ada yaitu berupa *self-propelled barge* yang diprediksi akan memangkas biaya dalam masalah pengiriman.

III.2.3. Pengumpulan Data

Selanjutnya adalah pengumpulan data-data yang mendukung dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder merupakan data yang didapat tidak secara langsung dari lapangan melainkan mencari dengan mengumpulkan dari sumber-sumber terpercaya tertentu. Pengumpulan data-data diambil dari galangan-galangan yang ada di Batam untuk ukuran blok-blok yang difabrikasi, jasa

peminjaman tongkang dan *tugboat* untuk harga penyewaannya yang sudah ada, dan jasa peminjaman *crane* untuk kemampuan kapasitas *crane*.

III.2.4. Studi Literatur

Bersamaan dengan pengumpulan data, dilakukan juga studi literatur yaitu memahami tentang literatur-literatur yang dapat mendukung data-data yang telah dikumpulkan. Literatur-literatur yang dikumpulkan adalah hal-hal yang berhubungan dengan perhitungan teknis seperti perhitungan koefisien bentuk badan kapal, perhitungan hambatan dan propulsi kapal, perhitungan *trim*, perhitungan *freeboard*, perhitungan stabilitas kapal, dan penentuan *securing* muatan serta untuk perhitungan ekonomis seperti *break even point*, *net present value*, *profitability index*, *internal rate of return*, serta *payback period*.

III.2.5. Penentuan Ukuran Utama Awal

Setelah data-data dan literatur-literatur terkumpul maka dapat ditentukan ukuran utama awal dari kapal yang nanti akan dilakukan perhitungan. Landasan penentuan diambil dari kebutuhan *payload* yang akan diangkut kapal *self-propelled barge*. Penentuan *payload* ditentukan dari banyaknya jumlah rata-rata blok yang dikirim dalam satu kali pengiriman, ukuran rata-rata tiap blok yang dikirim, dan kapasitas *crane* yang ada di Batam.

III.2.6. Analisis Teknis

Dari ukuran utama awal yang telah didapatkan, kemudian dilakukan pengujian perhitungan analisis seperti perhitungan hambatan, daya mesin, stabilitas, *freeboard*, dan *Trim*. Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah *point base design method*. Dengan begitu proses ini dilakukan berulang-ulang untuk mencapai suatu ukuran utama yang cukup pas.

Proses penghitungan analisa teknis juga dibantu dengan *software* pendukung seperti *Maxsurf Modeller* dan *Maxsurf Stability Enterprise*.

III.2.7. Desain Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D Model

Dari ukuran utama yang telah didapat dari proses optimasi dan pengujian perhitungan maka selanjutnya adalah dibuatnya desain Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D Model. Untuk pengerjaan desain rencana umum dan rencana garis menggunakan program pendukung seperti *AutoCAD*, *Maxsurf Modeller*, serta *Maxsurf Stability Enterprise* dari data-data teknis

yang telah dihitung sebelumnya. Untuk pengerjaan desain model 3D digunakan program pendukung seperti *Maxsurf Modeller* dan *Rhinoceros*.

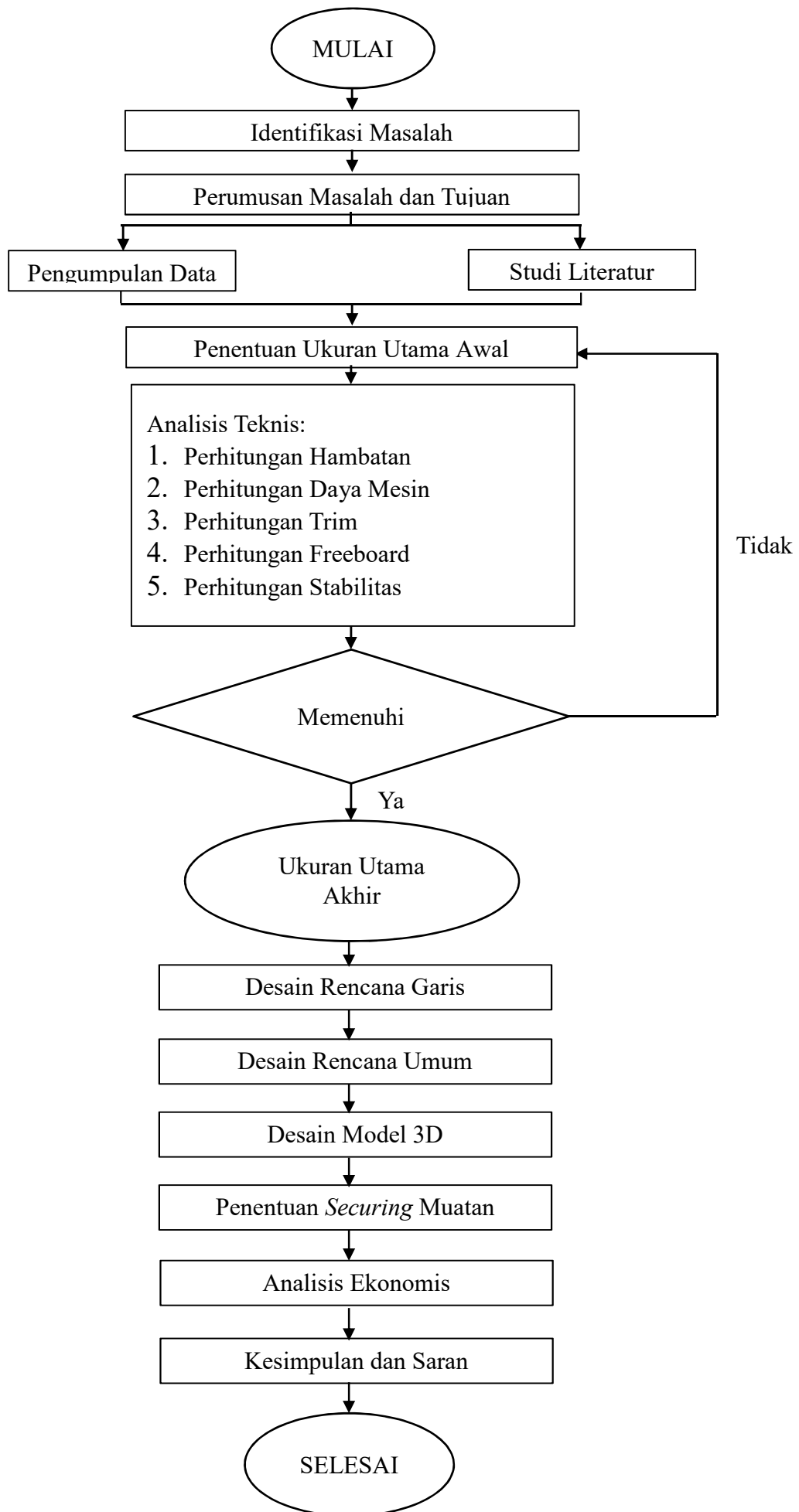
III.2.8. Penentuan *Securing Muatan*

Kemudian dilakukan penentuan pengamananan muatan yang akan digunakan pada muatan kapal yaitu berupa blok-blok berupa blok kapal dan atau bangunan *offshore* selama perjalanan pengiriman nantinya. Penentuan dilakukan dengan mengacu pada aturan-aturan yang telah diatur oleh *International Maritime Organization*.

III.2.9. Analisis Ekonomis

Setelah dilakukan semua perhitungan teknis dan desain semua gambar maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan serta analisis ekonomis. Perhitungan ekonomis dimulai dengan menghitung biaya total pembangunan sebuah kapal, kemudian perhitungan total biaya operasional. Biaya pembangunan dihitung untuk mengetahui berapa total harga yang dibutuhkan untuk membangun *self-propelled barge* ini. Biaya operasional dihitung untuk mengetahui berapa total biaya pengeluaran yang dibutuhkan dalam kurun waktu satu tahun selama beroperasinya kapal *self-propelled barge* ini. Kemudian dilakukan perhitungan proyeksi arus kas untuk selanjutnya menghitung *break even point*, *net present value*, *profitability index*, *internal rate of return*, serta *payback period* dari penyewaan *self-propelled barge* ini.

III.3. Bagan Alir



BAB IV

ANALISIS TEKNIS

IV.1. Analisis Penentuan Payload

Muatan yang akan dibawa pada kapal ini merupakan bangunan blok-blok Kapal ataupun bangunan lepas pantai. Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai penentuan luasan dan jumlah blok yang dapat diangkut kapal.

IV.1.1. Penentuan Blok *Payload*

Dari data yang didapatkan dari Batamec diketahui bahwa jumlah blok yang dikirimkan dalam satu kali pengiriman rata-rata yaitu 3 blok. Rincian data yang didapatkan dari galangan ada pada tabel Tabel IV.1.

Tabel IV.1 Data Blok dari Batamec

	BLOK A	BLOK B	BLOK C
BERAT	172.4 ton	154.73 ton	97.1 ton
L	17.5 m	21 m	19.6 m
B	16.5 m	18 m	13.5 m
H	5.6 m	4.5 m	4.7 m

Sumber: Batamec *Shipyards*

Berdasarkan data di atas didapatkan bermacam-macam blok dengan dimensi dan berat yang berbeda-beda. Untuk penentuan luasan diambil rata-rata dari ukuran panjang dan lebar tiap-tiap blok kemudian diberi *margin* sehingga didapatkan ukuran tiap blok adalah 20 x 18 m.

Untuk penentuan berat dari tiap-tiap blok yang akan dibawa yaitu dengan menentukan kapasitas *crane* yang ada di Batam dikarenakan pengangkatan blok dari bengkel fabrikasi ke tongkang adalah menggunakan *crane*. Sebuah blok juga dapat diangkut dengan menggunakan dua *crane* maksimal apabila satu *crane* saja kapasitasnya tidak mencukupi. Untuk kapasitas *crane* terbesar di Batam dimiliki oleh Batamec dengan kapasitas *crane* yaitu 300 ton dengan kondisi safety working load 270 ton. Batamec mempunyai satu buah *crane* tersebut. Dengan

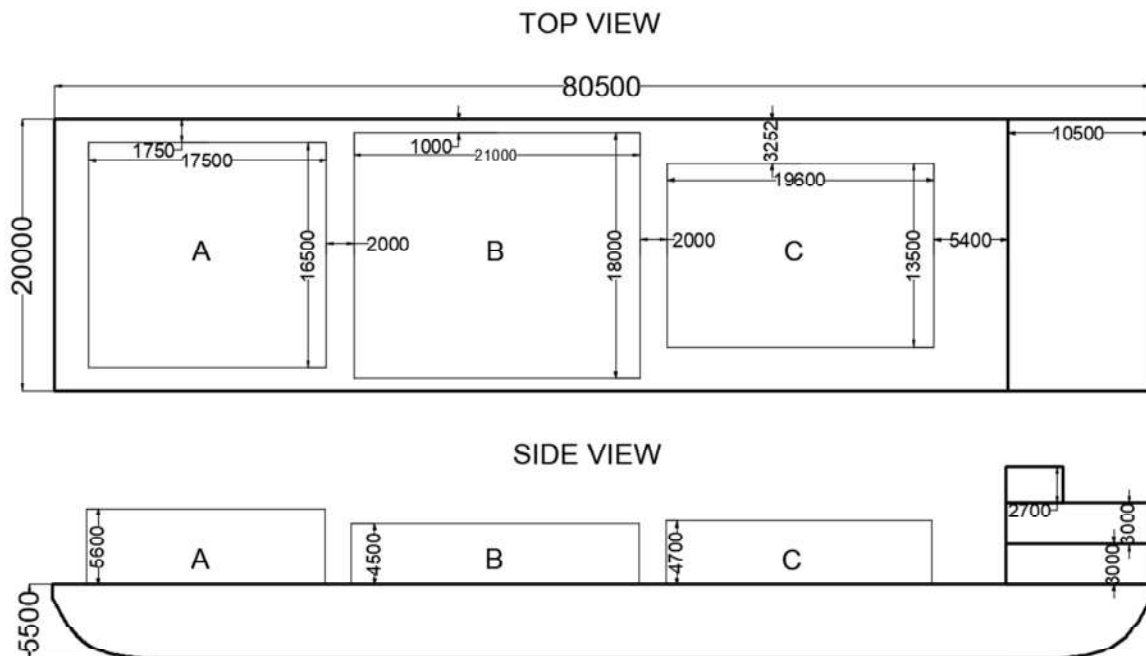
didapatkan nilai tersebut maka dapat di ambil angka 270 ton dengan pertimbangan kapasitas *crane* dan margin *safety*.

IV.2. Penentuan Ukuran Utama Awal

Ukuran utama kapal diambil dari analisis ukuran minimal luasan yang dibutuhkan *Barge* tersebut untuk mengangkut 3 buah blok yang telah direncanakan pada sub bab sebelumnya. Hasil ukuran utama awal yang didapatkan seperti yang ditunjukkan Tabel IV.2 dan layout pada Gambar IV.1 berikut ini.

Tabel IV.2 Ukuran Utama Awal Kapal
Ukuran Utama Awal Kapal

Nama	Nilai	Satuan
Panjang Perpendicular (Lpp)	80.5	m
Lebar (B)	20	m
Sarat (T)	2	m
Tinggi (H)	5.5	m
Kecepatan (Vs)	10	knots



Gambar IV.1 Layout Awal

Setelah didapatkan ukuran utama awal kapal, maka selanjutnya dilakukan pertimbangan kebutuhan lebar dan panjang untuk luasan penempatan muatan. Kemudian didapatkan ukuran utama seperti pada Tabel IV.3.

Tabel IV.3 Ukuran Utama Akhir Kapal
Ukuran Utama Akhir Kapal

Nama	Nilai	Satuan
Panjang <i>Perpendicular</i> (L_{pp})	89.2	m
Lebar (B)	21.1	m
Sarat (T)	1.5	m
Tinggi (H)	4.3	m
Kecepatan (Vs)	10	knots

IV.3. Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal

Setelah didapatkan ukuran utama akhir maka dilakukan perhitungan selanjutnya yaitu koefisien-koefisien bentuk badan kapal seperti koefisien blok (C_B), koefisien prismatic (C_P), koefisien *midship* (C_m), dan koefisien *waterplane* (C_{WP}). Kemudian dihitung juga komponen seperti LCB dan *displacement* untuk mengetahui karakteristik kapal. Dengan menggunakan rumus koefisien-koefisien bentuk badan kapal yang telah dibahas pada Sub Bab II.1.4 maka didapatkan hasil seperti pada Tabel IV.4

Tabel IV.4 Koefisien Bentuk Kapal, LCB, dan *Displacement*
Koefisien Bentuk Badan Kapal, LCB, dan *Displacement*

Nama	Nilai	Satuan
Koefisien Blok (C_B)	0.8185	
Koefisien <i>Midship</i> (C_M)	0.9946	
Koefisien Prismatic (C_P)	0.823	
Koefisien <i>Waterplane</i> (C_{WP})	0.8878	
<i>Longitudinal Center of Buoyancy</i> (LCB)	42.3987	m dari FP
Volume <i>Displacement</i>	2,322.955	m ³
<i>Displacement</i>	2,381.029	Ton

Dengan rincian perhitungan seperti berikut

❖ **Froude Number (F_n)**

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g.L}}$$

Dimana,

$$Vs = 10 \text{ knots} = 5,144 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$L = 89,2$$

Sehingga,

$$Fn = \frac{5,144}{\sqrt{9,81 \cdot 89,2}}$$

$$Fn = 0,173$$

❖ **Koefisien Blok (C_B)**

$$C_B = -4,22 + 27,8\sqrt{Fn} - 39,1Fn + 46,6Fn^3$$

Sehingga,

$$C_B = -4,22 + 27,8\sqrt{(0,173)} - 39,1(0,173) + 46,6(0,173)^3$$

$$C_B = 0,82$$

❖ **Koefisien *Midship* (C_M)**

$$C_M = 0,997 + 0,085(C_B - 0,6)$$

Sehingga,

$$C_M = 0,997 + 0,085(0,82 - 0,6)$$

$$C_M = 0,996$$

❖ **Koefisien *Waterplane* (C_{WP})**

$$CWP = CB / (0,471 + 0,551 \cdot CB)$$

Sehingga,

$$CWP = 0,82 / (0,471 + 0,551 \cdot 0,82)$$

$$CWP = 0,889$$

❖ **Koefisien Prismatic (C_P)**

$$C_P = \frac{C_B}{C_M}$$

Sehingga,

$$C_P = \frac{0,82}{0,994}$$

$$C_P = 0,823$$

❖ **Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)**

$$LCB = -13,5 + 19,4 C_p$$

Sehingga,

$$LCB = -13,5 + 19,4 \cdot 0,823$$

$$LCB = 42.3987 \text{ m dari FP}$$

❖ **Volume Displacement**

$$Volume \text{ Disp } (\nabla) = L \cdot B \cdot T \cdot C_B$$

Sehingga,

$$Volume \text{ Disp } (\nabla) = 89,2 \cdot 21,1 \cdot 1,5 \cdot 0,82$$

$$Volume \text{ Disp } (\nabla) = 2,322.955 \text{ m}^3$$

❖ **Displacement**

$$Disp (\Delta) = L \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \rho$$

Sehingga,

$$Disp (\Delta) = 89,2 \cdot 21,1 \cdot 1,5 \cdot 0,82 \cdot 1,025$$

$$Disp (\Delta) = 2,381.029 \text{ ton}$$

IV.4. Hasil Perhitungan Hambatan Kapal

Dengan rumus perhitungan yang sudah dibahas pada Sub Bab II.1.5 , didapatkan hasil perhitungan komponen-komponen hambatan seperti pada Tabel IV.5.

Tabel IV.5 Komponen Hambatan Kapal
Komponen Hambatan Kapal

Nama	Nilai	Satuan
Koefisien Hambatan Gesek (C_F)	1.728×10^{-3}	
Koefisien Hambatan Gelombang R_W/W	5.1×10^{-4}	
Luas Permukaan Basah (S_{TOT})	1891.91	m^2
Faktor Bentuk Badan Kapal (1+K)	1.308	
Corelation Allowance (C_A)	8.037×10^{-4}	
Hambatan total (R_T)	81.8594	kN

Dengan rincian perhitungan seperti berikut

❖ **Koefisien Hambatan Gesek (C_F)**

$$C_F = \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2}$$

Dimana,

$$Rn = Lwl \cdot \frac{Vs}{v}$$

$$Rn = 92,768 \cdot \frac{5,144}{1,18831 \cdot 10^{-6}}$$

$$Rn = 399235512.619$$

Sehingga

$$C_F = \frac{0.075}{(\log 399235512,619 - 2)^2}$$

$$C_F = 1,728 \cdot 10^{-3}$$

❖ **Koefisien Hambatan Gelombang R_w/W**

$$\frac{Rw}{w} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{\{m_1 \cdot Fn^d + m_2 \cos(\lambda Fn^{-2})\}}$$

Dimana,

$$C_1 = 2223105 \cdot C_p^{3,7861} \left(\frac{T}{B}\right)^{1,0796} (90 - i_e)^{-1,3757}$$

$$C_1 = 3,088$$

$$C_2 = 1$$

$$C_3 = 1$$

$$\lambda = 1,059$$

$$m_1 = 0,01404 \frac{L}{T} - 1,7525 \frac{\frac{1}{\sqrt[3]{3}}}{L} - 4,7932 \cdot \frac{B}{L} - C_5$$

$$C_5 = 1,7301 - 0,7067 \cdot C_p$$

$$C_5 = 1,7301 - 0,7067 \cdot 0,823$$

$$C_5 = 1.148$$

$$m_1 = -1,620$$

$$m_2 = C_6 \cdot 0,4 e^{(-0,034 Fn^{-3,29})}$$

$$C_6 = -1,694$$

$$m_2 = -0,00001$$

Sehingga,

$$\frac{Rw}{w} = 3,088 \cdot 1 \cdot 1 \cdot e^{\{-1,620 \cdot 0,173^d + (-0,00001) \cos(1,0590,173^{-2})\}}$$

$$\frac{Rw}{w} = 5,1 \cdot 10^{-4}$$

❖ **Luas Permukaan Basah (S_{TOT})**

$$S_{Tot} = L \cdot (2T + B) C_M^{0,5} \left(0,4530 + 0,4425 C_B - 0,2862 C_M - 0,00346 \frac{B}{T} + 0,369 C_{WP} \right) + 2,38 \frac{A_{BT}}{C_B}$$

Sehingga,

$$S_{Tot} = 1891.91 \text{ m}^2$$

❖ **Faktor Bentuk Badan Kapal (1+K)**

$$(1 + k) = (1 + k_1) + [(1 + k_2) - (1 + k_1)] \frac{S_{app}}{S_{tot}}$$

Dimana,

$$(1 + k_2) = 1,404$$

Sehingga,

$$(1 + k) = 1.308$$

❖ **Corelation Allowance (C_A)**

$$CA = \frac{T}{Lwl}$$

sehingga

$$CA = \frac{1,5}{92,768}$$

$$CA = 0,005$$

❖ **Hambatan total (R_T)**

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{Tot} [C_F(1 + k) + C_A] + \frac{R_W}{W} W$$

Sehingga,

$$R_T = \frac{1}{2} 1,025 (5,114)^2 \cdot 1891,91 [1,728 \cdot 10^{-3} \cdot 1,308 + 0,005] + 5,1 \cdot 10^{-4}$$

$$R_T = 81,8594 \text{ kN}$$

IV.5. Hasil Perhitungan Propulsi Kapal dan Pemilihan Mesin

Dengan menggunakan rumus perhitungan yang sudah dibahas dalam Sub Bab II.1.6 maka didapatkan hasil seperti Tabel IV.6.

Tabel IV.6 Komponen Propulsi Kapal
Komponen Propulsi Kapal

Nama	Nilai	Satuan
<i>Effective Horse Power (EHP)</i>	484.285	kW
<i>Delivery Horse Power (DHP)</i>	810.405	kW
<i>Shaft Horse Power (SHP)</i>	826.943	kW
<i>Break Horse Power (BHP)</i>	848.147	kW
<i>Maximum Continous Rate (MCR)</i>	975.369	kW

Dengan rincian perhitungan seperti berikut

❖ **Effective Horse Power (EHP)**

$$P_E = R_T \cdot V_S$$

Sehingga,

$$P_E = 81,8594 \cdot 5,144$$

$$P_E = 484.285 \text{ kW}$$

❖ ***Delivery Horse Power (DHP)***

$$P_D = \frac{P_E}{\eta_H \cdot \eta_R \cdot \eta_O}$$

Dimana,

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w}$$

$$t = 0,1$$

$$w = 0,3 \cdot C_B + 10 \cdot C_V \cdot C_B - 0,1$$

$$C_V = (1 + k) \cdot C_F + C_A$$

$$C_V = 0,003$$

$$w = 0,169$$

$$\eta_H = 0,992$$

$$\eta_R = 1$$

$$\eta_O = 0,55$$

Sehingga,

$$P_D = \frac{484.285}{0,992 \cdot 1 \cdot 0,55}$$

$$P_D = 810.405 \text{ kW}$$

❖ ***Shaft Horse Power (SHP)***

$$P_S = \frac{P_D}{\eta_S \cdot \eta_B}$$

Dimana,

$$\eta_S \cdot \eta_B = 0,98$$

Sehingga,

$$P_S = \frac{810.405}{0,98}$$

$$P_S = 826.943 \text{ kW}$$

❖ ***Break Horse Power (BHP)***

$$P_B = \frac{P_S}{\eta_T}$$

Dimana,

$$\eta_T = 0,975$$

Sehingga,

$$P_B = \frac{826.943}{0.975}$$

$$P_B = 848.147 \text{ kW}$$

❖ **Maximum Continous Rate (MCR)**

$$MCR = 115\% \cdot P_B$$

Sehingga,

$$MCR = 115\% \cdot 848.147$$

$$MCR = 975.369 \text{ kW}$$

Setelah didapatkan hasil tiap komponen seperti di atas maka selanjutnya adalah melakukan pemilihan mesin induk. Didapatkan kriteria mesin induk seperti Tabel IV.7

Tabel IV.7 Spesifikasi Mesin Induk

Spesifikasi Mesin Induk	
Tipe Mesin	CAT 6M20C
Daya	1020 kW
RPM	900
Panjang	4.049 m
Lebar	1.558 m
Tinggi	2.081 m
Berat Bersih	10.5 ton
Konsumsi Bahan Bakar	120 l/hr

Selain pemilihan mesin induk, juga dilakukan pemilihan mesin bantu. Daya mesin bantu diasumsikan sebesar 25% dari daya mesin induk. Dengan begitu dibutuhkan sekitar 340 kW untuk daya mesin bantu. Didapatkan juga spesifikasi mesin bantu seperti Tabel IV.8.

Tabel IV.8 Spesifikasi Mesin Bantu

Spesifikasi Mesin Bantu	
Tipe Mesin	CAT C18ACERT
Daya	372 kW
RPM	1800
Panjang	1.506 m
Lebar	1.047 m
Tinggi	1.145 m
Berat Bersih	1.769 ton
Konsumsi Bahan Bakar	96 l/hr

IV.6. Hasil Perhitungan Berat Kapal

Perhitungan berat dibagi menurut DWT dan LWT dari kapal sesuai dengan subbab II.1.7 di atas.

IV.6.1. Berat Bahan Bakar

Bahan Bakar terdiri dari Fuel Oil dan Diesel Oil untuk pemenuhan kebutuhan dari mesin induk serta mesin pendukung. Perhitungan berat dihitung dengan mengalikan antara kebutuhan bahan bakar mesin per kWh dengan jumlah waktu yang dibutuhkan self-propelled barge dalam satu kali perjalanan. Rincian perhitungan dapat dilihat dalam perhitungan sebagai berikut

❖ Fuel Oil

$$W_{FO} = SFR \cdot MCR \cdot \frac{S}{V_S} \cdot (1 + \text{Margin } 5\%)$$

Dimana,

$$SFR = 0,000187 \text{ ton/kWh}$$

$$MCR = 975.369 \text{ kW}$$

$$\frac{S}{V_S} = 2,5 \text{ jam}$$

Sehingga,

$$W_{FO} = 0,000187 \cdot 975,369 \cdot 2,5 \cdot (1 + \text{Margin } 5\%)$$

$$W_{FO} = 0.553 \text{ ton}$$

❖ Diesel Oil

$$W_{DO} = SFR \cdot 25 \% MCR \cdot \frac{S}{V_S} \cdot (1 + \text{Margin } 5\%)$$

Dimana

$$SFR = 0,000211 \text{ ton/kWh}$$

Sehingga

$$W_{DO} = 0.11 \text{ ton}$$

IV.6.2. Berat Crew

Untuk jumlah crew yang digunakan dalam *self-propelled barge* ini yaitu sebanyak 5 orang dengan rincian pada tabel Tabel IV.9.

Tabel IV.9 Jabatan Crew

Posisi	Jumlah
<i>Chief Cook</i>	1
<i>Chief Engineer</i>	1
<i>Second Engineer</i>	1
<i>Chief Officer</i>	1
<i>Captain</i>	1
Total	5

Untuk rincian perhitungan berat *crew*, *fresh water*, serta berat *provision* dapat dilihat pada perhitungan berikut

❖ Berat *Crew*

$$W_{Crew} = C_{Crew} . Total Crew$$

Dimana,

$$C_{Crew} = 0,08 \text{ ton/Crew}$$

Sehingga,

$$W_{Crew} = 0,008 . 5 = 0,4 \text{ ton}$$

❖ Berat *Provision*

$$W_{Provision} = C_{Provision} . Total Crew . Day$$

Dimana,

$$C_{Provision} = 0.01 \text{ ton/Crew.Day}$$

Sehingga,

$$W_{Provision} = 0,01 . 5 . 1 = 0,05 \text{ ton}$$

❖ Berat *Fresh Water*

$$W_{Fresh water} = C_{Fresh water} . Total Crew . Day$$

Dimana,

$$C_{Fresh water} = 0.1 \text{ ton/Crew.Day}$$

Sehingga,

$$W_{Fresh water} = 0,1 . 5 . 1 = 0,5 \text{ ton}$$

IV.6.3. Total DWT

Hasil Perhitungan DWT yaitu dengan rincian berat *payload*, *crew*, *fuel oil*, *diesel oil*, *fresh water*, serta *provision* didapatkan sesuai Tabel IV.10 berikut

Tabel IV.10 Rincian DWT

Item	Berat (ton)
Berat <i>crew</i>	0.4
Berat <i>fuel oil</i>	0.553
Berat <i>diesel oil</i>	0.11
Berat <i>fresh water</i>	0.4
Berat <i>provision</i>	0.05
Berat <i>payload</i>	1000
Total	1,001.513

IV.6.4. Berat *Equipment & Outfitting*

Berat *equipment & outfitting* merupakan berat dari peralatan yang dibutuhkan dari kapal *self-propelled barge* ini di setiap tempat seperti di *superstructure*, *deck*, *deckhouses*, dan kamar mesin. Rincian perhitungan dapat dilihat seperti berikut

$$W_{E\&O} = C_O \cdot L \cdot B$$

Dimana

$$C_O = 0,2$$

Sehingga,

$$W_{E\&O} = 0,2 \cdot 89,1 \cdot 21,1 = 376,506 \text{ ton}$$

IV.6.5. Berat Struktur Total

Perhitungan berat struktur total terdiri dari berat struktur lambung kapal serta berat seluruh *superstructure* dan *deckhouses*. Rincian perhitungan dapat dilihat pada perhitungan berikut ini

$$W_{ST} = L \cdot B \cdot D_A \cdot C_S \text{ (Ton)}$$

Dimana,

$$D_A = H + \frac{V_A + V_{DH}}{L \cdot B}$$

$$C_S = C_{SO} + 0.06 e^{-(0,5U + 0,1U^{2,45})}$$

$$C_{SO} = 0,07$$

$$C_S = 0,108$$

$$D_A = 4,921 \text{ m}$$

Sehingga,

$$W_{ST} = 89,4 \cdot 21,1 \cdot 4,921 \cdot 0,108$$

$$W_{ST} = 983,73 \text{ ton}$$

IV.6.6. Total LWT

Hasil Perhitungan LWT yaitu dengan rincian berat permesinan, berat *equipment* dan *outfitting*, serta berat struktur didapatkan sesuai Tabel IV.11 berikut

Tabel IV.11 Rincian LWT

Item	Berat (ton)
Berat permesinan	12,2
Berat <i>equipment & outfitting</i>	376,506
Berat struktur total	983,73
Total	1,372.436

IV.6.7. Koreksi Displacement

Setelah mendapatkan total berat dari LWT dan DWT maka harus dilakukan pemeriksaan kembali dengan *displacement* kapal sesuai dengan rumusnya yaitu

$$Displacement = LWT + DWT \quad (IV.1)$$

Syarat selisih antara total LWT + DWT dengan *displacement* yang digunakan pada koreksi ini adalah tidak lebih dari 10%. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel IV.12.

Tabel IV.12 Hasil Koreksi Displacement

Komponen	Nilai
<i>Deadweight (DWT)</i>	812.216 ton
<i>Lightweight (LWT)</i>	1,470.183 ton
<i>Displacement</i>	2,857.235 ton
Selisih	4.319%

IV.7. Hasil Perhitungan Titik Berat Kapal

Hasil Perhitungan titik berat kapal dibagi menurut DWT dan LWT dari kapal. Didapatkan sebagai berikut

IV.7.1. Total DWT

Perhitungan letak titik berat dari komponen-komponen DWT didapat dari letak tiap-tiap tangki pada kapal. Komponen-komponen tersebut termasuk *payload*, *fuel oil*, *diesel oil*, *fresh water*, *provision*, serta *crew*. Rincian diberikan pada Tabel IV.13

Tabel IV.13 Titik Berat DWT

Item	LCG dari FP (m)
Fuel oil	79.047
Diesel oil	74.147
Fresh water	76.25
Payload	31.219

IV.7.2. LWT

Perhitungan letak titik berat dari komponen-komponen LWT didapat dari letak tiap-tiap item kapal. Komponen-komponen tersebut termasuk permesinan, *equipment* dan *outfitting*, serta titik berat struktur kapal itu sendiri. Rincian diberikan pada Tabel IV.14

Tabel IV.14 Titik Berat LWT

Item	LCG dari FP (m)
Struktur	47.95
Permesinan	81.01
<i>Equipment dan Outfitting</i>	50.622

IV.7.3. LCG Total

Setelah didapatkan LCG dari tiap-tiap komponen LWT dan DWT maka didapatkan LCG total secara keseluruhan yaitu 42.76 m dihitung dari FP.

IV.8. Freeboard

Perhitungan *Freeboard* dilakukan seperti yang telah dibahas pada subbab II.1.8 yaitu menggunakan rumus kapal tipe B. Rekapitulasi dapat dilihat pada tabel Tabel IV.15.

Tabel IV.15 Kalkulasi *Freeboard*

Freeboard	
Tabular Freeboard	1.054 m
Koreksi panjang	1.104 m
Koreksi C_B	1.105 m
Koreksi Tinggi	0,799 m
<i>Freeboard</i> akhir	1.216 m
<i>Freeboard</i> desain	1,6 m

Dengan rincian perhitungan seperti berikut

❖ Freeboard Menurut Tabel ICLL

Freeboard menurut tabel ICLL untuk kapal tipe B menurut Tabel IV.16 yaitu 1,054 m.

Tabel IV.16 Tabel Freeboard ICLL

TABLE B					
<i>Freeboard Table for Type 'B' Ships</i>					
Length of ship (metres)	Freeboard (milli-metres)	Length of ship (metres)	Freeboard (milli-metres)	Length of ship (metres)	Freeboard (milli-metres)
24	200	51	455	78	850
25	208	52	467	79	868
26	217	53	478	80	887
27	225	54	490	81	905
28	233	55	503	82	923
29	242	56	516	83	942
30	250	57	530	84	960
31	258	58	544	85	978
32	267	59	559	86	996
33	275	60	573	87	1015
34	283	61	587	88	1034
35	292	62	601	89	1054
36	300	63	615	90	1075
37	308	64	629	91	1096
38	316	65	644	92	1116
39	325	66	659	93	1135
40	334	67	674	94	1154
41	344	68	689	95	1172
42	354	69	705	96	1190
43	364	70	721	97	1209
44	374	71	738	98	1229
45	385	72	754	99	1250
46	396	73	769	100	1271

❖ Koreksi Menurut Panjang

Untuk kapal dibawah 100m perlu diadakan penambahan 50 mm.

$$Fb2 = Fb1 + 50 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$Fb2 = 1054 + 50 = 1,104 \text{ m}$$

❖ **Koreksi Menurut C_B**

Untuk kapal dengan $C_B > 0,68$ perlu diadakan koreksi dengan perhitungan

$$Fb3 = Fb2 + (C_B + 0,68)/1,36$$

Sehingga,

$$Fb3 = 1104 + (0,82 + 0,68)/1,36$$

$$Fb3 = 1,105 \text{ m}$$

❖ **Koreksi Menurut Tinggi**

Jika kapal mempunyai perbandingan $D > L/15$ maka perlu dilakukan koreksi dengan perhitungan

$$Fb4 = Fb3 + \left(D - \left(\frac{L}{15} \right) \right) \cdot R$$

Dimana,

$$R = (L/0,48)$$

$$R = 185,833$$

$$L/15 = 6,184$$

Sehingga,

$$Fb4 = 1105 + (4,3 - 6,184) \cdot 185,833$$

$$Fb4 = 0,799 \text{ m}$$

IV.9. Desain Rencana Garis (*Lines Plan*)

Dalam pembuatannya diawali dengan pembuatan model 3D lambung kapal yang memiliki karakteristik yang sama dengan perhitungan koefisien pada Sub Bab II.1.4. Berikut adalah langkah-langkah pengerjaan rencana garis. Untuk gambar rencana garis terlampir.

1. Dilakukan pembuatan *surface* baru yang akan digunakan dalam membuat rencana garis. Jumlah *surface* dan *control point* disesuaikan agar pembuatan desain lebih mudah.
2. Dilakukan pengukuran terhadap *surface* yang telah dibuat sehingga ukuran sesuai dengan ukuran utama kapal.
3. Dilakukan penyesuaian titik AP, FP, dan juga ketinggian sarat kapal menggunakan perintah “*frame of refrence*”.

4. Langkah berikutnya adalah percencanaan jarak *station*, *water line*, dan *buttock line*. Dalam proses ini digunakan perintah *grid spacing* di mana jarak-jarak yang ditentukan sebagai berikut:
 - Dengan panjang 89.196 meter kapal dibagi ke dalam 21 *stations* dengan jarak 6.99 meter.
 - Dengan tinggi 4.3 meter kapal dibagi ke dalam 5 *water lines*.
 - Dengan lebar setengah kapal 21.15 meter, kapal dibagi ke dalam 6 *buttock lines*.
5. Setelah persiapan dilakukan, maka dilanjutkan dengan membentuk bentuk lambung dari kapal. Proses ini dilakukan dengan memindahkan *control point*. Pada langkah tersebut, *control point* yang dipindahkan akan memberikan nilai hidrostatik pada kapal. *Control point* dipindahkan sehingga menghasilkan nilai hidrostatik yang sesuai. Untuk mengetahui nilai hidrostatik dari kapal yang telah didesain, perintah yang dapat digunakan adalah *calculate hydrostatic*.
6. Setelah mendesain rencana garis, nilai hidrostatik dapat dilihat pada *calculate hydrostatic* untuk memastikan model kapal memiliki karakteristik yang hampir sama dengan perhitungan.
7. Terakhir model dibuat rencana garis dan dilakukan *fairing*, pembuatan tabel *offset*, dan peletakan kedalam ukuran kertas.

IV.10. Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)

Berikut langkah atau tahapan yang dilakukan dalam mendesain rencana umum. Untuk gambar rencana umum terlampir.

1. Langkah awal adalah menentukan jarak gading. Untuk kapal ini jarak gading yang direncanakan adalah 600 mm. Untuk jarak gading di kamar mesin, gading besar yang akan didesain diusahakan mampu menyangga ujung depan dan ujung belakang mesin induk sehingga jarak gading yang digunakan adalah tiga jarak gading. Untuk ceruk sendiri, ketentuan jarak gading telah diatur dalam BKI yaitu tiga jarak gading dan untuk ruang muat jarak gading yang di desain adalah lima jarak gading.
2. Selanjutnya adalah meletakkan sekat. Menurut BKI jumlah sekat minimum yang diperbolehkan merupakan fungsi letak kamar mesin dan panjang L. Dengan nilai L sepanjang 89.196 meter dan kamar mesin di belakang kapal, maka jumlah sekat minimum sebanyak empat sekat melintang. Kapal yang didesain memiliki empat sekat melintang sehingga ketentuan BKI telah tercapai.

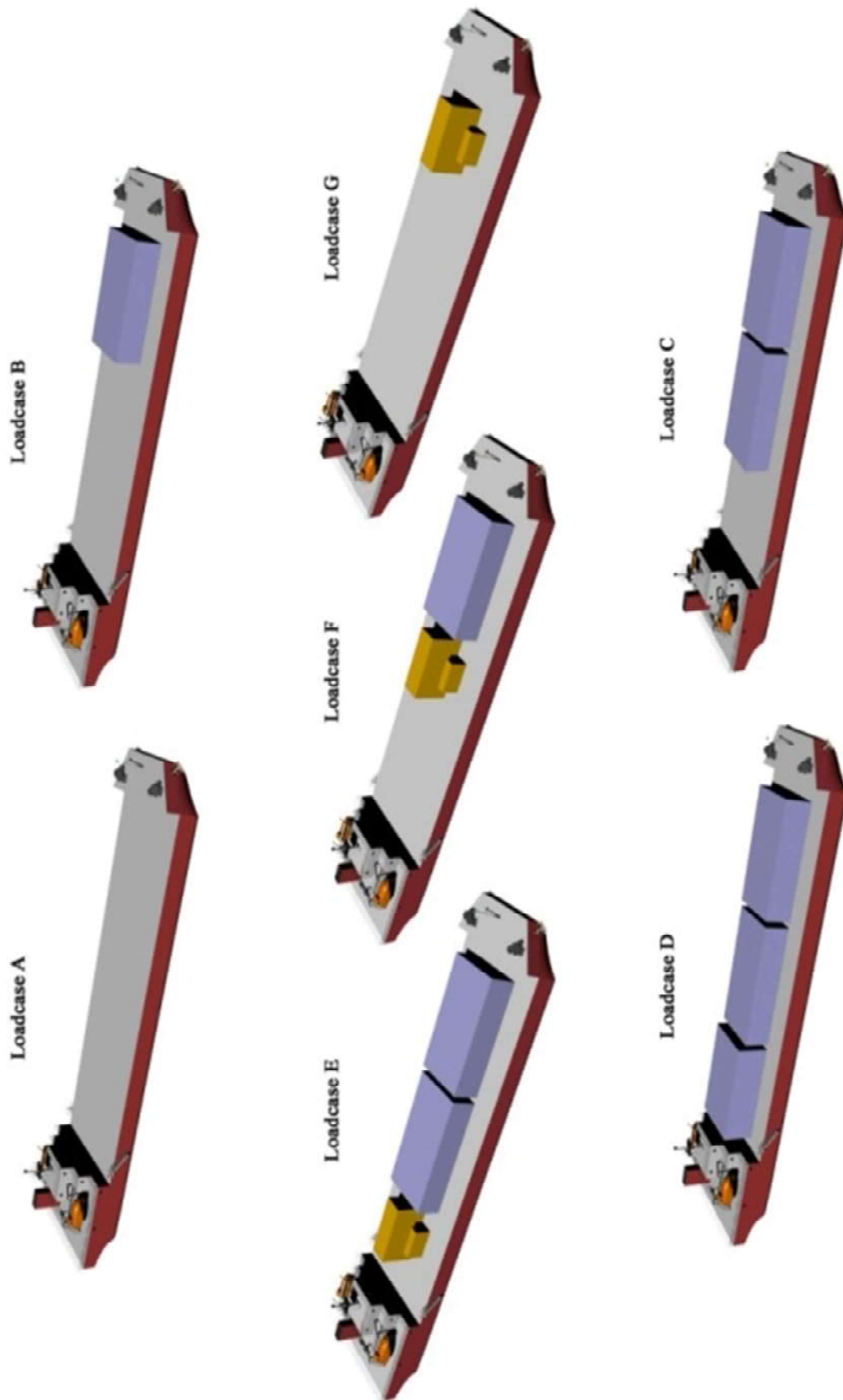
3. Kamar mesin yang didesain memiliki panjang 10.46 meter dan mampu menampung satu mesin induk serta 2 mesin bantuan. Tinggi dari kamar mesin yang didesain setinggi 3.3 meter.
4. Dalam mendesain tangki yang dijadikan acuan adalah kapasitas benda yang akan dimuat di dalam tangki sesuai dari perhitungan berat pada Sub Bab IV.6.3.
5. Menentukan ruangan-ruangan dari awak kapal.
6. Selanjutnya adalah menentukan peralatan radio dan navigasi. Untuk *self-propelled barge* ini direncanakan memiliki
 - a) *Search And Rescue Radar* (SART)
 Pada kapal ini rencananya dipasang 2 SART di setiap sisi navigation deck. Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, SART harus dibawa saat naik di lifeboat ketika dilakukan evakuasi agar radar tetap bisa ditangkap.
 - b) *Emergency Position Indicating Radio Beacon* (EPIRB)
 Pada kapal ini direncanakan akan dipasang 1 EPIRB pada *navigation deck* dan diletakkan diluar. Frekuensi EPIRB yang digunakan menurut SOLAS Reg. IV/8 adalah 406 MHz, dan tertera juga tanggal akhir masa berlaku atau tanggal terakhir sensor apung.
 - c) *Radio Telephone Apparatus*
 Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, tiga set radio telephone yang memenuhi standar dan diletakkan di *navigation deck* (2 buah) dan 1 di *engine room*.

IV.11. Penentuan *Load Case*

Penentuan *load case* diperlukan untuk menganalisis *trim* dan stabilitas kapal. Banyaknya *load case* dipertimbangkan berdasarkan perkiraan kondisi dari *payload* dan isi tangki pada saat kapal berlayar. Sehingga *load case* dari kapal ini dapat dilihat ilustrasinya pada Gambar IV.2 , keterangan pada Tabel IV. 17 dan rincian peletakkan pada Gambar IV.3, Gambar IV.4, Gambar IV.5, Gambar IV.6, Gambar IV.7, dan Gambar IV.8.

Tabel IV.17 Rincian Load Case

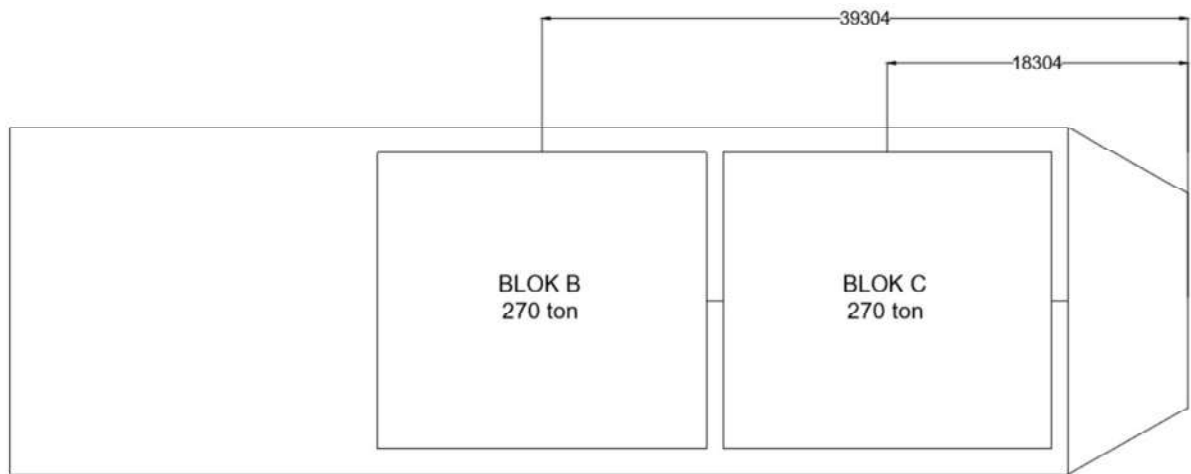
<i>Load Case</i>	Muatan Mesin	Muatan Blok
<i>Load Case A</i>	-	-
<i>Load Case B</i>	-	Blok C
<i>Load Case C</i>	-	Blok B dan C
<i>Load Case D</i>	-	Blok A, B, dan C
<i>Load Case E</i>	1 Mesin Induk dan 2 <i>Genset</i>	Blok B dan C
<i>Load Case F</i>	1 Mesin Induk dan 2 <i>Genset</i>	Blok C
<i>Load Case G</i>	1 Mesin Induk dan 2 <i>Genset</i>	-



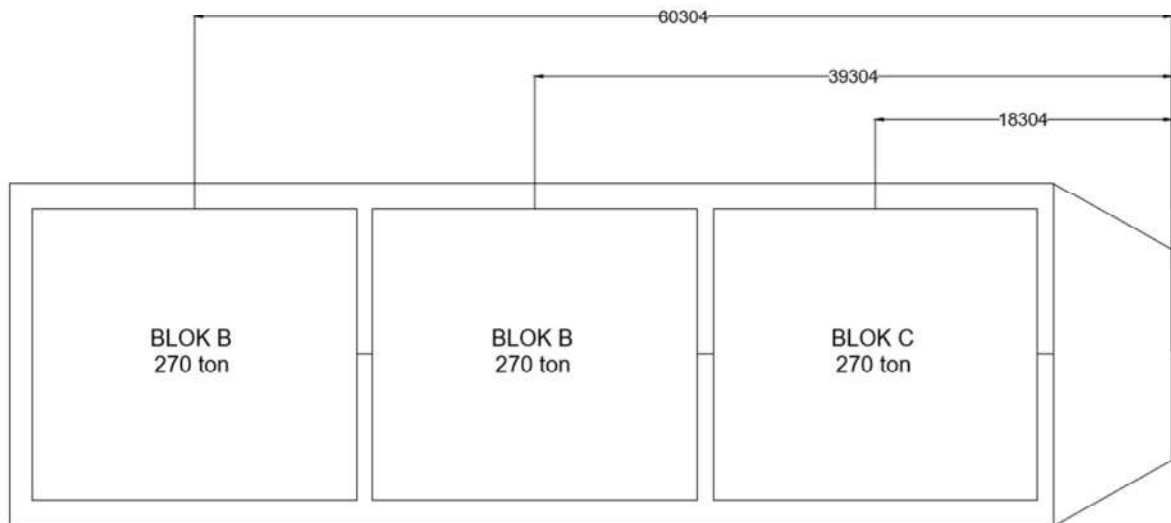
Gambar IV.2 Ilustrasi *Load Case*



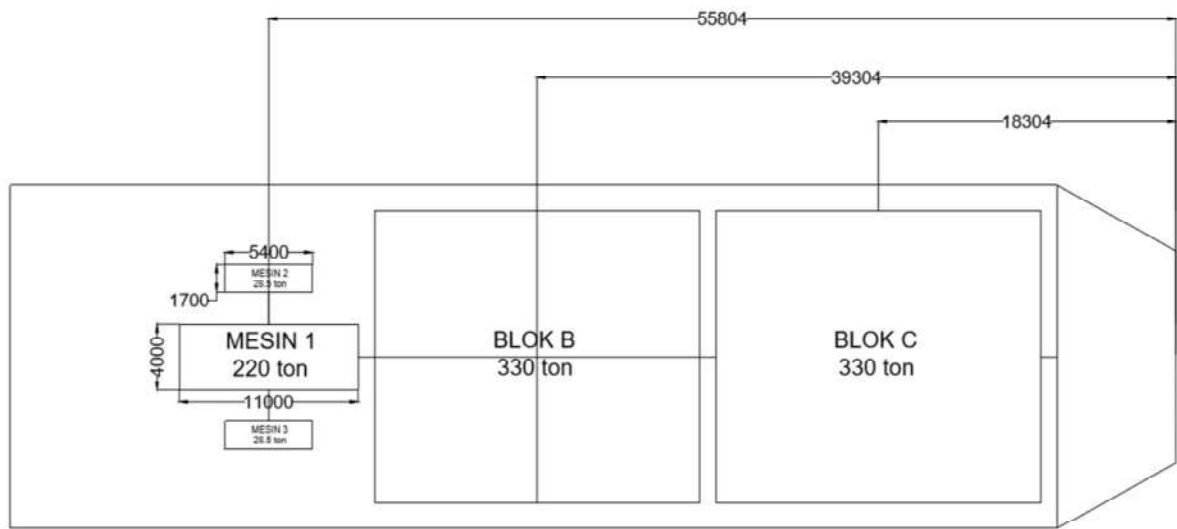
Gambar IV.3 Load Case B



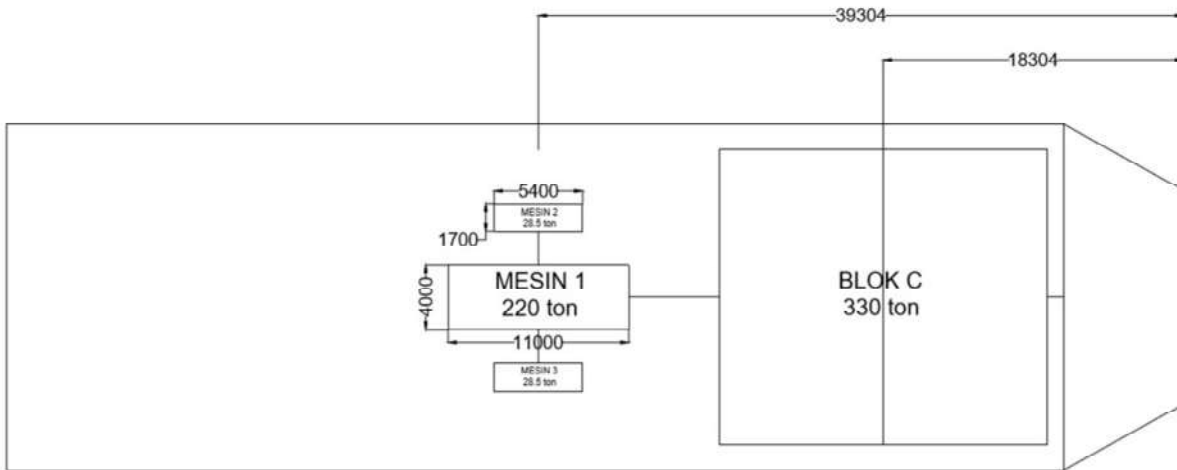
Gambar IV.4 Load Case C



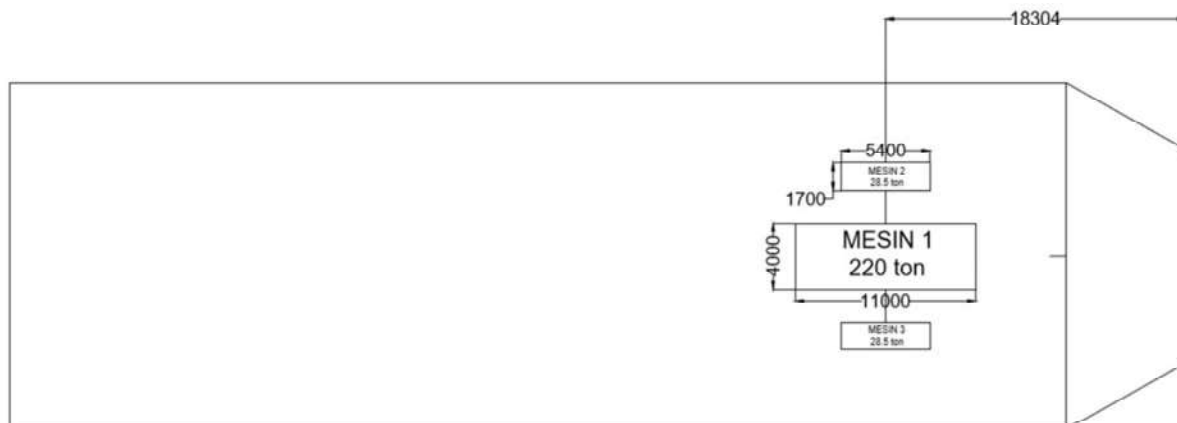
Gambar IV.5 Load Case D



Gambar IV.8 Load Case E

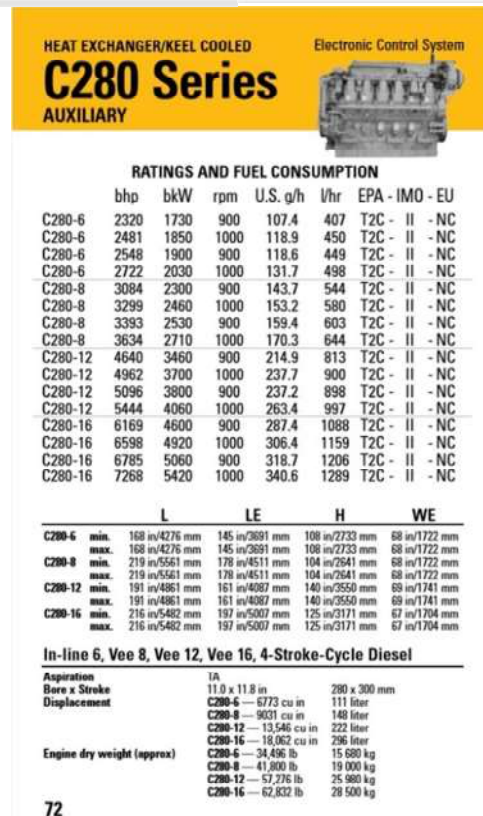
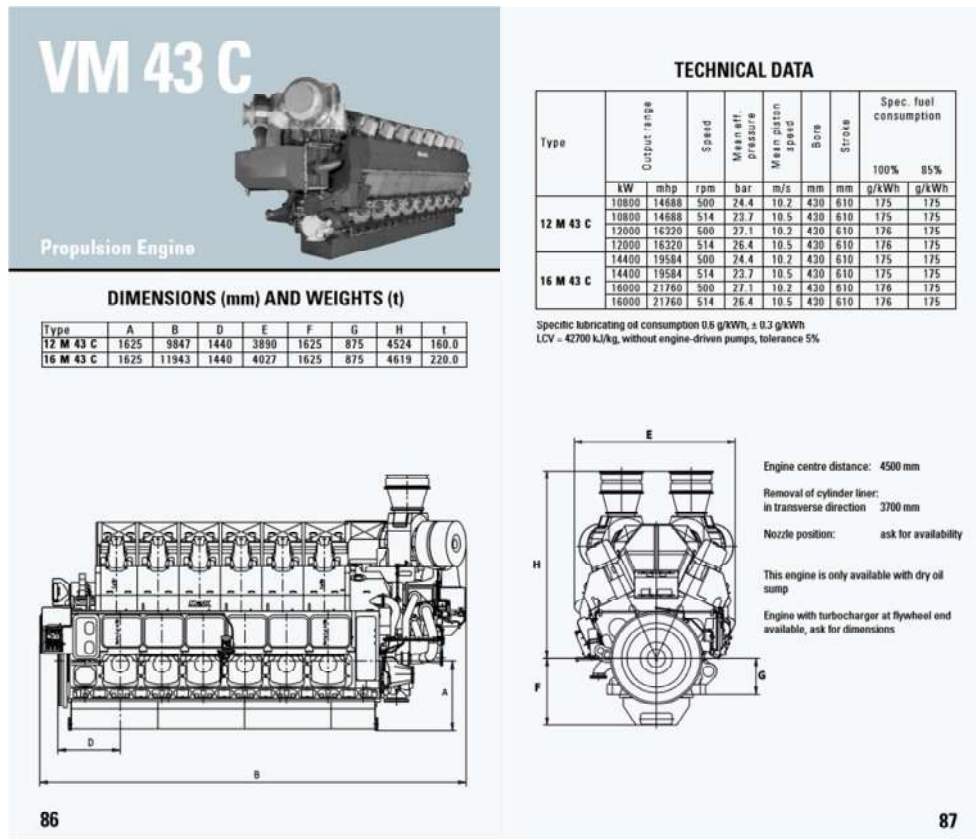


Gambar IV.7 Load Case F



Gambar IV.6 Load Case G

Spesifikasi dari mesin yang dibawa dapat dilihat pada Gambar IV.9.



Gambar IV.9 Spesifikasi Muatan Mesin

IV.12. Hasil Analisis *Trim*

Setelah dilakukan penentuan dari *load case* maka selanjutnya dilakukan pemeriksaan *trim* dari tiap-tiap *load case* yang telah ditentukan. Pemeriksaan *trim* ini menggunakan *software* bantuan yaitu *Maxsurf Stability*. Batas maksimal dari *trim* adalah $\pm 0,5\%$ dari panjang garis air atau ± 0.408 m. Hasil analisis *trim* dapat dilihat pada Tabel IV.18.

Tabel IV.18 Hasil Perhitungan *Trim*

<i>Consumables</i>	<i>Load Case</i>	T_A (m)	T_F (m)	$T_A - T_F$ (m)	Kriteria	Keterangan
100%	A (tanpa <i>ballast</i>)	0,73	1,225	0,495	0.408 m	<i>Rejected</i>
	A (dengan <i>ballast</i>)	1,764	1,548	0,216		<i>Accepted</i>
	B	1,179	1,058	0,121		<i>Accepted</i>
	C	1,44	1,1	0,34		<i>Accepted</i>
	D	1,437	1,593	0,156		<i>Accepted</i>
	E	1,48	1,347	0,133		<i>Accepted</i>
	F	1,037	1,193	0,156		<i>Accepted</i>
	G	1,096	1,091	0.005		<i>Accepted</i>
10%	A (tanpa <i>ballast</i>)	0,743	1,191	0,448		<i>Rejected</i>
	A (dengan <i>ballast</i>)	1,77	1,517	0,253		<i>Accepted</i>
	B	1,89	1,025	0,164		<i>Accepted</i>
	C	1,45	1,134	0,316		<i>Accepted</i>
	D	1,446	1,56	0,114		<i>Accepted</i>
	E	1,448	1,356	0,092		<i>Accepted</i>
	F	1,158	1,31	0,152		<i>Accepted</i>
	G	1,062	1,1	0.038		<i>Accepted</i>

IV.13. Hasil Analisis Stabilitas

Analisis stabilitas kapal yang dilakukan hanya analisis *intact stability* yang kondisi batasnya telah dijelaskan pada Sub Bab II.1.9. Analisis dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Stability* pada setiap *load case* yang kondisi *trim*-nya telah memenuhi. Untuk kriteria stabilitas menurut IMO seperti pada Tabel IV.19

Tabel IV.19 Kriteria Stabilitas

<i>Area 0 to 30</i>	<i>Area 0 to 40</i>	<i>Area 30 to 40</i>	<i>Max GZ at 30 or Greater</i>	<i>Angle of Maximum GZ</i>	<i>Initial GMt</i>
≥ 3.151 m.deg	≥ 5.157 m.deg	≥ 1.719 m.deg	≥ 0.200 m	≥ 15.000 m	≥ 0.150 deg

IV.13.1. Analisis Stabilitas Kondisi *Consumables* 100%

Dengan menggunakan kriteria di atas maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk tiap-tiap *load case*. Perhitungan ini dilakukan pada kondisi tiap-tiap *load case* dalam keadaan *consumables* 100%. Untuk perhitungan *load case* A sudah dihitung dengan sudah menggunakan *ballast* ditimbang dari tidak memenuhinya syarat *trim*. Hasil perhitungan stabilitas pada kondisi *consumables* 100% dapat dilihat pada Tabel IV.20.

Tabel IV.20 Hasil Perhitungan Stabilitas *Consumables* 100%

Kriteria		Load Case						
		A	B	C	D	E	F	G
Area 0 to 30	≥ 3.151 m.deg	139,106	129,272	99,761	95,06	113,262	120,495	128,395
Area 0 to 40	≥ 5.157 m.deg	191,358	177,362	137,894	131,077	154,854	164,959	175,669
Area 30 to 40	≥ 1.719 m.deg	52,251	48,043	38,132	36,016	41,5931	44,465	47,274
Max GZ at 30 or Greater	≥ 0.200 m	5,554	5,171	4,175	3,967	4,555	4,834	5,104
Angle of Maximum GZ	≥ 15.00 deg	18,2	19,1	20,9	21,8	20,9	20,9	19,1
Initial GMt	≥ 0.150 m	39,469	33,475	28,852	24,732	24,767	28,536	33,488
Keterangan		Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted

IV.13.2. Analisis Stabilitas Kondisi *Consumables* 10%

Dengan menggunakan kriteria di atas maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk tiap-tiap *load case*. Perhitungan ini dilakukan pada kondisi tiap-tiap *load case* dalam keadaan *consumables* 10%. Untuk perhitungan *load case* A sudah dihitung dengan sudah menggunakan *ballast* ditimbang dari tidak memenuhinya syarat *trim*. Hasil perhitungan stabilitas pada kondisi *consumables* 10% dapat dilihat pada Tabel IV.21.

Tabel IV.21 Hasil Perhitungan Stabilitas *Consumables* 10%

Kriteria		Load Case						
		A	B	C	D	E	F	G
Area 0 to 30	≥ 3.151 m.deg	156,097	129,313	99,595	95,065	113,362	120,516	128,385
Area 0 to 40	≥ 5.157 m.deg	214,793	177,185	137,535	130,983	154,89	164,847	175,837
Area 30 to 40	≥ 1.719 m.deg	58,696	47,872	37,939	35,918	41,528	44,33	47,452
Max GZ at 30 or Greater	≥ 0.200 m	6,2	5,157	4,159	3,969	4,551	4,832	5,119
Angle of Maximum GZ	≥ 15.000 m	22,7	19,1	20,9	20,9	20,9	20,9	19,1
Initial GMt	≥ 0.150 deg	35,849	33,719	28.727	24,902	24,942	28,741	33,217
Keterangan		Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted	Accepted

IV.14. Skenario *Loading* dan *Off-Loading*

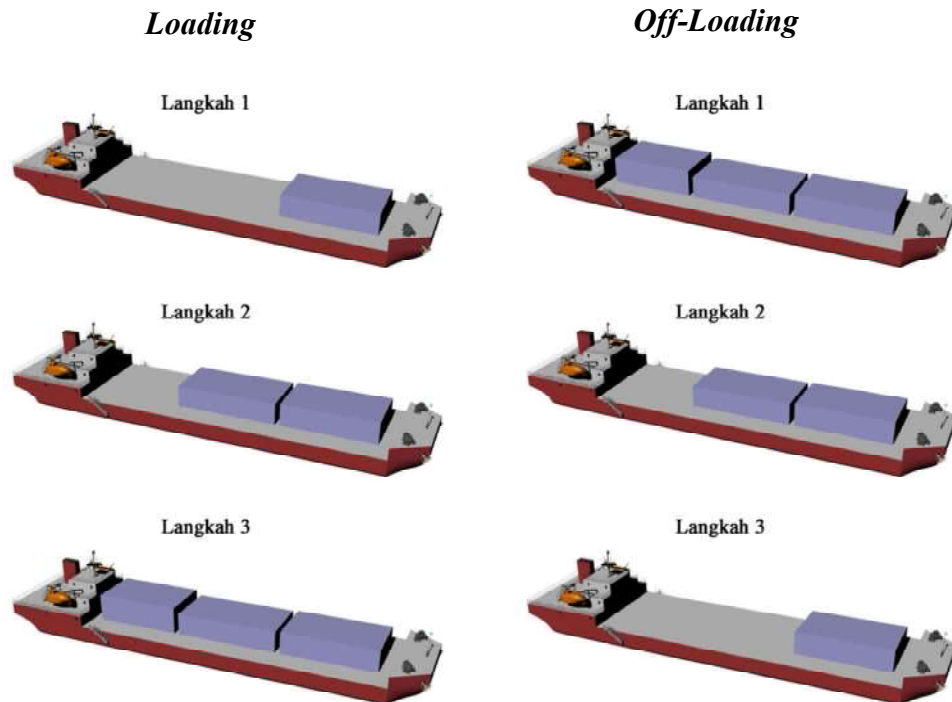
Dari hasil perhitungan stabilitas dan *trim* maka dapat diambil analisis skenario untuk prosedur *loading* dan *off-loading*. Untuk skenario prosedur *loading* yaitu:

1. Blok yang terlebih dahulu *loading* diletakkan pada bagian terdekat dengan *forecastle deck* kapal.
2. Blok kedua yang akan *loading* diletakkan pada bagian tengah atau di daerah *midship* kapal.
3. Blok terakhir yang akan *loading* diletakkan pada bagian daerah *poop deck* kapal.

Sedangkan untuk prosedur *off-loading* yaitu:

1. Blok yang terlebih dahulu *offloading* diangkat dari posisi yang paling belakang atau yang terdekat dengan *poop deck*.
2. Blok kedua yang *off-loading* diangkat dari posisi tengah yaitu yang di daerah *midship*
3. Blok terakhir yang *off-loading* diangkat dari posisi depan yaitu daerah *forecastle deck*.

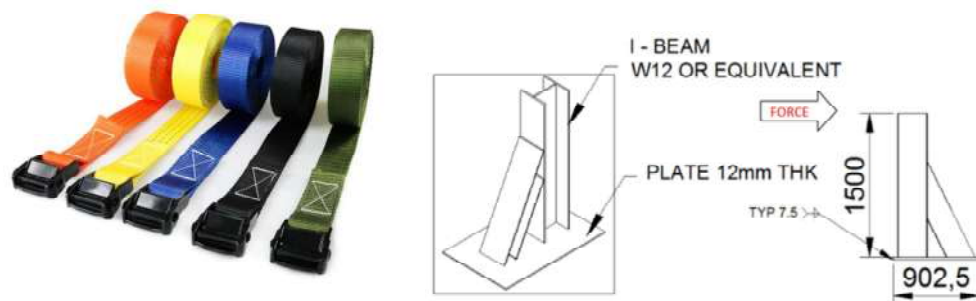
Skema *off-loading* muatan dapat dilihat pada Gambar IV.10.



Gambar IV.10 Skema *Loading* dan *Off-Loading*

IV.15. Penentuan *Securing Muatan*

Securing muatan yang digunakan untuk mengamankan blok-blok kapal selama perjalanan. Pengamanan dilakukan pada bagian sisi atas dan sisi samping tiap-tiap blok yang diangkut. Untuk pengamanan pada bagian sisi atas dari blok digunakan *lashing rope* yang diikatkan erat pada bagian *deck* kapal. Untuk pengamanan pada bagian sisi samping dari blok digunakan sistem *shoring* yaitu suatu penahan dengan menggunakan plat profil I yang dilas ke atas *deck* kapal. Untuk jarak yang disarankan oleh IMO dalam *Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing* yaitu pada setiap jarak gading kapal tetapi tidak kurang dari 1 meter. Gambar model *securing* dapat dilihat pada Gambar IV.11 (IMO).



Gambar IV.11 *Lashing Rope* dan Plat Profil I

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V ANALISIS EKONOMIS

V.1. Biaya Pembangunan

Biaya pembangunan ditentukan dari jumlah harga yang dibutuhkan untuk membangun satu kapal tersebut. Biaya-biaya tersebut termasuk harga total material yang dipakai, peralatan dan perlengkapan kapal, tenaga penggerak kapal, pajak pembangunan, harga pembangunan di galangan, serta inflasi.

V.1.1. Material

Biaya material terdiri dari rincian dana baja yang digunakan untuk membangun *hull*, *superstructures*, serta *deckhouses* dan juga elektroda yang dipakai dalam pengelasan. Pembahasan biaya material dipaparkan pada Tabel V.1.

Tabel V.1 Biaya Material

Item	Jumlah Unit	Harga	Total (USD)
Konstruksi hull, <i>superstructures</i> , dan <i>deckhouses</i>	983,18 ton	800 USD/ton	666,544
Elektroda (asumsi 10% dari berat kapal)	98,318 ton	600 USD/ton	215,793
Total			882,337

V.1.2. Equipment dan Outfitting

Biaya *equipment dan outfitting* terdiri dari rincian dana kebutuhan peralatan-peralatan perlengkapan kapal seperti peralatan navigasi dan komunikasi, keselamatan, serta akses dan jendela. Rincian ada pada Tabel V.2, Tabel V.3, dan Tabel V.4.

Tabel V.2 Komponen Navigasi

Item	Jumlah Unit	Harga	Total (USD)
Radar	1	2,750	2,750
Kompas	1	55	55
GPS	1	850	850
Lampu Navigasi	1	42.7	42.7
<i>Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)</i>	1	17,500	17,500
<i>Automatic Identification System (AIS)</i>	1	4,500	4,500
<i>Telescope Binocular</i>	1	60	60
Total			25,757.65

Tabel V.3 Komponen Telekomunikasi

Item	Jumlah Unit	Harga	Total (USD)
<i>Radiotelephone</i>	1	172 USD/set	172
<i>Digital Selective Calling</i>	1	186 USD/set	186
<i>Navigational Telex</i>	1	600 USD/set	600
<i>Epirb</i>	1	110 USD/set	110
SART	2	450 USD/set	900
SSAS	1	2649 USD/set	2,649
<i>Portable 2-Way VHF Radiotelephone</i>	2	87 USD/unit	174
Total			4,791

Tabel V.4 Komponen *Outfitting*

Item	Jumlah Unit	Harga	Total (USD)
<i>Railing dan Tiang Penyangga</i>	98 m	35 USD/m	3,430
<i>Kaca Polycarbonate</i>	19472 m ²	250 USD/m ²	4,868
<i>Lifebuoy</i>	6	20 USD/Unit	120
<i>Liferaft</i>	2	600 USD/Unit	1,200
<i>Life Jacket</i>	6	20 USD/Unit	120
Jendela	24	250 USD/Unit	6,000
Pintu	23	300 USD/Unit	2,850
<i>Windlass</i>	2	2 USD/Unit	4,000
Tali Tambat	4	1,6 USD/Unit	6.4
Total			53,143.05

V.1.3. Tenaga Penggerak

Biaya rincian dari tenaga penggerak terdiri dari biaya mesin induk dan mesin pendukung lainnya. Rincian biaya terdapat pada Tabel V.5.

Tabel V.5 Komponen Tenaga Penggerak

Item	Jumlah Unit	Harga	Harga (USD)
Mesin Induk	1	89,500 USD/unit	89,500
<i>Genset</i>	2	3742 USD/unit	7,484
Total			96,984

V.1.4. Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

Biaya rincian dari koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah terdiri dari keuntungan galangan kapal, biaya inflasi, dan biaya pajak pemerintah. Rincian biaya terdapat pada Tabel V.6.

Tabel V.6 Komponen Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

Item	Harga (Rupiah)
Keuntungan Galangan Kapal (10% dari biaya pembangunan awal)	1,391,537,002
Biaya untuk Inflasi (5% dari biaya pembangunan awal)	695,768,501
Biaya Pajak Pemerintah 10% Pajak Pertambahan Nilai 15% Pajak Penghasilan	3,478,842,504
Total	5,566,148,006

V.1.5. Total Biaya Pembangunan

Total biaya pembangunan merupakan penjumlahan dari semua total biaya dari biaya material, biaya *equipment* dan *outfitting*, biaya tenaga penggerak, serta biaya koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah. Untuk konversi biaya USD ke Rupiah mengikuti harga kurs Rp. 14,089/USD. Rincian total ada pada Tabel V.7.

Tabel V.7 Total Biaya Pembangunan

Item	Harga (Rupiah)
Biaya material	11,912,742.615
Biaya <i>equipment</i> dan <i>outfitting</i>	748,731.727
Biaya tenaga penggerak	1,366,407.576
Biaya koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah	5,566,148,006
Total	19,639,031,727

V.2. Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan biaya yang dibutuhkan untuk berjalannya operasi *self-propelled barge* ini dalam waktu setahun. Rincian dana terdiri dari pinjaman bank, biaya perawatan kapal, asuransi, gaji *crew*, bahan bakar mesin induk, bahan bakar *genset*, serta air bersih.

V.2.1. Pinjaman Bank

Pinjaman bank merupakan biaya yang dibutuhkan untuk biaya pembangunan dengan meminjam dana ke bank. Bank yang digunakan menggunakan Bank Mandiri. Bank Mandiri sendiri mempunyai suku bunga 9.95%. Waktu peminjaman yang diberikan untuk mengembalikan yaitu 5 tahun. Rincian peminjaman dapat dilihat pada Tabel V.8.

Tabel V.8 Rincian Peminjaman Bank

Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	Rp. 19,639,031,726.51	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	Rp. 12,765,370,622.23	Rp
Bunga Bank	9.95%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	Rp. 1,270,154,376.91	Per tahun
Masa Pinjaman	5	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	Rp. 3,823,228,501.36	Rp

V.2.2. Biaya Perawatan Kapal

Biaya perawatan kapal merupakan biaya perkiraan yang dibutuhkan untuk melakukan perawatan kapal selama masa pemakaian dalam setahun. Biaya perawatan diperkirakan sekitar 10% dari harga pembuatan kapal yaitu Rp. 3,823,228,501.36.

V.2.3. Asuransi

Asuransi merupakan dana yang dibutuhkan untuk mengasuransikan *self-propelled barge* ini. Perhitungan dilakukan dalam waktu kurun 1 tahun. Pengambilan biaya asuransi diasumsikan 2% dari harga pembuatan kapal yaitu Rp. 53,543,855. (Watson,1998)

V.2.4. Gaji Awak Kapal

Gaji awak kapal merupakan biaya yang dibutuhkan untuk menggaji para awak kapal yang ada dalam *self-propelled barge* ini. Total awak kapal yang ada dalam kapal ini adalah 5 orang. Rincian dari dana biaya gaji awak kapal ada pada Tabel V.9.

Tabel V.9 Rincian Gaji Awak Kapal

Gaji Crew	Nilai	Unit
Jumlah crew kapal	5	orang
Gaji crew kapal per bulan	Rp.4,500,000	per orang
Gaji crew kapal per tahun	Rp.54,000,000	per orang
Total	Rp.270,000,000	

V.2.5. Biaya Bahan Bakar Mesin Induk

Biaya bahan bakar mesin induk merupakan biaya bahan bakar yang dibutuhkan mesin induk *self-propelled barge* ini untuk melakukan perjalanan. Waktu untuk satu kali perjalanan membutuhkan 2,5 jam. Dalam perhitungan ini hitungan untuk satu bulan yaitu 15 hari kerja. Rincian dana bahan bakar mesin induk dapat dilihat pada Tabel V.10.

Tabel V.10 Rincian Biaya Bahan Bakar Mesin Induk

Bahan Bakar <i>Fuel Oil</i>	Nilai	Unit
Asumsi Operasional <i>Fuel Oil</i>	2.5	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	120.0	liter/jam
Harga bahan bakar	Rp. 7,400	per liter
	Rp. 2,220,000	per hari
	Rp. 33,300,000	per bulan(15 hari)
Total	Rp. 399,600,000.00	per tahun

V.2.6. Biaya Bahan Bakar Mesin *Genset*

Biaya bahan bakar mesin induk merupakan biaya bahan bakar yang dibutuhkan mesin pendukung atau *genset* dari *self-propelled barge* ini untuk melakukan perjalanan. Waktu untuk satu kali perjalanan membutuhkan 2,5 jam. Dalam perhitungan ini hitungan untuk satu bulan yaitu 15 hari kerja. Rincian dana bahan bakar mesin *genset* dapat dilihat pada Tabel V.11.

Tabel V.11 Rincian Biaya Bahan Bakar Mesin *Genset*

Bahan Bakar <i>Diesel Oil</i>	Nilai	Unit
Asumsi Operasional <i>Diesel Oil</i>	2.5	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	96.00	liter/jam
Harga bahan bakar	Rp. 5,150	per liter
	Rp. 1,236,000.00	per hari
	Rp. 18,540,000	per bulan(15 hari)
Total	Rp. 222,480,000	per tahun

V.2.7. Biaya Air Bersih

Biaya air bersih merupakan biaya untuk air bersih yang akan dipakai untuk selama kebutuhan awak kapal dalam perjalanan dalam kurun waktu satu tahun. Dalam perhitungan ini hitungan untuk satu bulan yaitu 15 hari kerja. Rincian dana air bersih dapat dilihat pada Tabel V.12.

Tabel V.12 Rincian Biaya Air Bersih

Air Bersih (<i>Fresh Water</i>)	Nilai	Unit
Harga air bersih	Rp. 560,000	per 8000 liter (8 ton)
Harga air bersih per 4 ton	Rp. 280,000	per trip
	Rp. 4,200,000	per bulan
Total	Rp. 50,400,000	per tahun

V.2.8. Total Biaya Operasional

Setelah dilakukan perincian dana maka dilakukan perhitungan total tiap-tiap komponen agar didapatkan total biaya operasional selama satu tahun. Rincian total biaya operasional dapat dilihat pada Tabel V.13.

Tabel V.13 Total Biaya Operasional

Biaya	Nilai	Waktu
Cicilan Pinjaman Bank	Rp. 3,823,228,501	per tahun
<i>Maintenance Cost</i>	Rp. 267,719,274	per tahun
<i>Insurance Cost</i>	Rp. 53,543,855	per tahun
<i>Gaji crew</i>	Rp. 270,000,000	per tahun
<i>Bahan Bakar Fuel Oil</i>	Rp. 399,600,000.00	per tahun
<i>Bahan Bakar Diesel Oil</i>	Rp. 222,480,000	per tahun
<i>Air Bersih (Fresh Water)</i>	Rp. 50,400,000	per tahun
Total	Rp. 5,086,971,630	per tahun

V.3. Analisis Perbandingan Biaya

Perbandingan biaya dilakukan dengan menghitung terlebih dahulu komponen ekonomis dari *self-propelled barge* ini seperti penentuan biaya penyewaan *sel-propelled barge*, proyeksi arus kas, perhitungan *break even point*, *net present value*, *profitability index*, *internal rate of return*, serta *payback period* kemudian dilakukan perbandingan dengan biaya sewa moda transportasi yang sudah ada.

V.3.1. Penentuan Biaya Penyewaan *Self-Propelled Barge*

Penentuan biaya penyewaan dari *self-propelled barge* ini ditentukan dari penjumlahan total biaya pembangunan kapal dan total biaya operasional kemudian dibagi 5 tahun untuk biaya per tahunnya serta ditambahkan juga keuntungan untuk penyedia jasa sewa. Dengan perhitungan tersebut didapatkan biaya sewa untuk kapal *self-propelled barge* ini adalah Rp. 6,700,000,000.

V.3.2. Proyeksi Arus Kas

Proyeksi Arus kas merupakan perhitungan pengeluaran dan pemasukan yang terjadi selama satu tahun. Rincian proyeksi arus kas dapat dilihat pada Tabel V.14.

Tabel V.14 Rincian Proyeksi Arus Kas

Pendapatan Usaha	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Perencanaan Harga Sewa		Rp.6,700,000,000.00	Rp.7,705,000,000.00	Rp.8,860,750,000.00	Rp.10,189,862,500.00	Rp.11,718,341,875.00
Operational Cost						
Gaji Crew		Rp.270,000,000.00	Rp.297,000,000.00	Rp.326,700,000.00	Rp.359,370,000.00	Rp.395,307,000.00
Fresh Water		Rp.50,400,000.00	Rp.55,440,000.00	Rp.60,984,000.00	Rp.67,082,400.00	Rp.73,790,640.00
Fuel Oil		Rp.399,600,000.00	Rp.439,560,000.00	Rp.483,516,000.00	Rp.531,867,600.00	Rp.585,054,360.00
Diesel Oil		Rp.222,480,000.00	Rp.244,728,000.00	Rp.269,200,800.00	Rp.296,120,880.00	Rp.325,732,968.00
Perawatan Kapal		Rp.267,719,274.13	Rp.267,719,274.13	Rp.267,719,274.13	Rp.267,719,274.13	Rp.267,719,274.13
Asuransi Kapal		Rp.53,543,854.83	Rp.58,898,240.31	Rp.64,788,064.34	Rp.71,266,870.77	Rp.78,393,557.85
Depresiasi		Rp.46,759,599.35	Rp.46,759,599.35	Rp.46,759,599.35	Rp.46,759,599.35	Rp.46,759,599.35
Total Operational Cost		Rp.1,263,743,128.96				
Laba Usaha		Rp.5,436,256,871.04	Rp.7,705,000,000.00	Rp.8,860,750,000.00	Rp.10,189,862,500.00	Rp.11,718,341,875.00
Bunga		Rp.1,270,154,376.91	Rp.1,016,123,501.53	Rp.762,092,626.15	Rp.508,061,750.76	Rp.254,030,875.38
Laba Sebelum Pajak		Rp.4,166,102,494.13	Rp.6,688,876,498.47	Rp.8,098,657,373.85	Rp.9,681,800,749.24	Rp.11,464,310,999.62
Pajak		Rp.416,610,249.41	Rp.668,887,649.85	Rp.809,865,737.39	Rp.968,180,074.92	Rp.1,146,431,099.96
Laba Bersih		Rp.3,749,492,244.72	Rp.6,019,988,848.62	Rp.7,288,791,636.47	Rp.8,713,620,674.31	Rp.10,317,879,899.66
FIXED COST		Rp.267,719,274.13				
PROYEKSI ARUS KAS 5 TAHUN						
In-Flow						
Laba Bersih		Rp.3,749,492,244.72	Rp.6,019,988,848.62	Rp.7,288,791,636.47	Rp.8,713,620,674.31	Rp.10,317,879,899.66
Depresiasi		Rp.46,759,599.35	Rp.46,759,599.35	Rp.46,759,599.35	Rp.46,759,599.35	Rp.46,759,599.35
NET INFLOW		Rp.3,796,251,844.06	Rp.6,066,748,447.97	Rp.7,335,551,235.82	Rp.8,760,380,273.66	Rp.10,364,639,499.00
Out-Flow						
Investment		Rp.19,639,031,726.51				
NET OUTFLOW		Rp/19,639,031,726.51				
FREE CRASH FLOW		-Rp.19,639,031,726.51	Rp.6,066,748,447.97	Rp.7,335,551,235.82	Rp.8,760,380,273.66	Rp.10,364,639,499.00

V.3.3. *Break Even Point, Net Present Value, Profitability Index, Internal Rate of Return, dan Payback Period*

Break even point (BEP) adalah sebuah titik impas dimana pada titik tersebut biaya pengeluaran dan pendapatan adalah nol. *Net present value* (NPV) adalah selisih antara pengeluaran dengan pemasukan yang diperkirakan pada masa mendatang yang didiskonkan pada saat ini. NPV dikatakan baik apabila nilai NPV di atas nol. *Profitability Index* (PI) adalah sebuah index yang digunakan untuk memperkirakan keuntungan dari sebuah usaha. PI dikatakan baik apabila nilai PI di atas 1. *Internal Rate of Return* (IRR) adalah suatu indikator tingkat efisiensi sebuah investasi. IRR dikatakan baik apabila nilai IRR di atas suku bunga pengembalian dana pinjaman ke bank. Dalam kasus ini suku bunga bank adalah 9.95%. *Payback Period* (PP) adalah waktu yang dibutuhkan untuk sebuah usaha mendapatkan modalnya kembali. Rincian hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel V.15.

Tabel V.15 Komponen Analisis Ekonomis

Komponen	Nilai
NPV	Rp. 345,258,028.63
PI	1.02
IRR	10.7%
PP	3.28 tahun
BEP	Rp.317,067,434.52

Dengan rincian perhitungan sebagai berikut

❖ *Break Even Point*

$$BEP = \frac{\text{Fixed Cost}}{\text{Variable Cost/Price}}$$

Dimana,

$$\text{Fixed Cost} = \text{Rp.}267,719,274.13$$

$$\text{Variable Cost} = \text{Rp. } 1,042,783,453$$

$$\text{Price} = \text{Rp.}6,700,000,000.00$$

Sehingga,

$$BEP = \frac{267,719,274.13}{1,042,783,453/6,700,000,000}$$

$$BEP = \text{Rp.}317,067,434.52$$

❖ **Net Present Value**

$$NPV = \frac{R_t}{(1+i)^t}$$

Dimana,

$R_t = \Sigma$ (free cash flow)

$R_t = \text{Rp. } 6,319,900,075$

$i = 9,95\%$

$t = \text{waktu dari cashflow} = 5 \text{ tahun}$

Sehingga,

$$NPV = \frac{6319900075}{(1+9,95\%)^5}$$

$NPV = \text{Rp. } 345,258,028.63$

❖ **Profitability Index**

$$PI = \frac{NPV + \text{nilai investasi}}{\text{nilai investasi}}$$

Dimana,

Nilai investasi = $\text{Rp. } 19,639,031,726.51$

Sehingga,

$$PI = \frac{345,258,028.63 + 19,639,031,726.51}{19,639,031,726.51}$$

$PI = 1.02$

❖ **Payback Period**

$$\text{Payback period} = \frac{\text{total investasi}}{\text{ arus kas keuntungan tahunan}}$$

Dimana

Arus kas keuntungan tahunan = Σ (net inflow)

Sehingga,

$\text{Payback period} = 3.28 \text{ tahun}$

V.3.4. Perbandingan Biaya Penyewaan

Setelah dilakukan perhitungan didapatkan bahwa harga penyewaan yang cocok untuk kapal *self-propelled barge* ini mendapatkan keuntungan dan dapat mengembalikan modal yaitu sebesar Rp. 6,700,000,000. Untuk harga jasa penyewaan kapal *tugboat* dan *barge* yang sudah ada yaitu sebesar Rp. 5,540,000,000 tanpa termasuk biaya-biaya operasional. Keuntungan dari kapal *self-propelled barge* ini juga dapat mengangkut beberapa alat lainnya seperti mesin induk, mesin pendukung, dan lain sebagainya. Dapat dikatakan bahwa harga penyewaan *self-propelled barge* ini dan harga penyewaan kapal yang sudah ada tidak jauh berbeda.

Tabel V.16 Perbandingan Tugboat dan Barge Existing dengan Self-Propelled Barge

Karakteristik	<i>Barge dan Tugboat Existing</i>	<i>Self-Propelled Barge</i>
Harga	Rp. 5,540,000,000 (tanpa <i>Operational Cost</i>)	Rp. 6,700,000,000
Muatan yang dapat diangkut	Blok	Blok dan mesin-mesin
Kecepatan	5 knot	10 knot
Waktu pengiriman	4 jam	2 jam
Utilitas	<i>Delay Time</i> cukup lama karena menunggu adanya blok terlebih dahulu.	<i>Delay Time</i> yang lebih sedikit, dikarenakan dapat mengangkut selain blok saat tidak ada blok yang diangkut

Dari Tabel V.16 diatas dapat dilihat bahwa harga untuk *barge* dan *tugboat* yang sudah ada yaitu sebesar Rp. 5,540,000,000 sedangkan harga untuk *self-propelled barge* yaitu sebesar Rp. 6,700,000,000. Dengan perbandingan harga *self-propelled barge* yang sedikit lebih mahal dari yang sudah ada, namun *self-propelled barge* ini memiliki kelebihan-kelebihan lain. *Self-propelled barge* ini mampu mengangkut muatan selain blok-blok bangunan seperti mesin-mesin dengan begitu kapal ini memiliki *delay time* yang sedikit karena dapat mengangkut muatan selain blok saat blok tidak diproduksi. Kapal ini juga dapat memiliki kecepatan yang lebih besar dari *tugboat* dan *barge* yang sudah ada dengan begitu waktu pengiriman menjadi lebih cepat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan dan analisis maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dari analisis teknis didapatkan ukuran utama kapal sebagai berikut:

- *Length of perpendicular* (L_{PP}) : 89.2 meter
- *Breadth* (B) : 21.1 meter
- *Height* (H) : 4.3 meter
- *Draft* (T) : 1.5 meter

Self-propelled barge ini memenuhi persyaratan stabilitas kapal, *trim*, dan *freeboard*.

2. Prosedur *Loading* Kapal ini dimulai dari muatan paling depan dahulu, kemudian diikuti oleh muatan tengah kemudian muatan paling belakang. Untuk Prosedur *Off-Loading* kapal ini dimulai dari muatan paling belakang kemudian diikuti dari muatan tengah kemudian diakhiri dengan muatan terdepan. Skema *loading & offloading* dapat dilihat pada lampiran G.
3. Desain Rencana Garis dapat dilihat pada lampiran D , Desain Rencana Umum dapat dilihat pada lampiran E, dan Desain 3D dapat dilihat pada lampiran F.
4. Harga penyewaan *self-propelled barge* ini sebesar Rp. 6,700,000,000 dengan *Payback Period* 3,28 tahun, *Break Even Point* Rp.317,067,434.52. Perhitungan ekonomis dapat dilihat pada lampiran C.
5. *Securing* yang digunakan untuk pengamanan pada muatan adalah *lashing rope* untuk bagian atas muatan dan *shoring* dengan profil plat I untuk bagian sisi muatan.

VI.2. Saran

1. Perlu adanya perhitungan *securing* muatan untuk memastikan keamanan securing yang layak.
2. Perlu adanya data pembanding harga operasional yang dibutuhkan untuk penyewaan kapal yang sudah ada untuk melakukan perbandingan secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Batamec Shipyard. (2017). *Manifest. Batamec to Tuas Transportation Procedure*. Batamec.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2009). *Rules For The Classification and Construction Seagoing Steel Ships*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- CATERPILLAR. (2011). *Catalogue. Marine Engine Selection Guide*.
- Eyres, D.J. (2001). *Ship Construcstion*. Oxford: Butterwort Heinemenn.
- Farras, A.A. (2017). Tugas Akhir. Desain Kapal 3-In-1 Multipurpose Container-Passenger-Vehicle Dengan Variasi Bangunan Atas Portable Sebagai Penunjang Tol Laut di Wilayah Indonesia Timur. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Harvald, S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.
- International Maritime Organization. (1988). *Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing*. London: IMO Publishing.
- International Maritime Organization. (1988). *International Convention for the Safety of Life at Sea*. London: IMO Publishing.
- International Maritime Organization. (2005). *International Convention on Load Line 1966*. London: IMO Publishing.
- International Maritime Organization. (2008). *Intact Sability (IS) Code*. London: IMO Publishing.
- Kurniawati, H.A. (2013). *Perlengkapan Kapal*. Surabaya.
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Volume II*. Jersey City: The Society of Naval Architectures and Marine Engineers
- Parsons, M. G. (2001). *Parametric Design*. Michigan: University of Michigan.
- Riyanto, B. (1995). *Dasar-dasar Pembelanjaan Perusahaan*, Edisi 4. Yogyakarta.
- Schneekluth, H., & Bertram, V. (1998). *Ship Design for Efficiency & Economy*. India: Great Britain.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier.
- Windha, Ari S. (2015). Tugas Akhir. Desain Self-Propelled Coal Barge Sebagai Sarana Angkutan Batubara Rute Tanah Merah (Kalimantan)-PLTU Paiton (Jawa). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

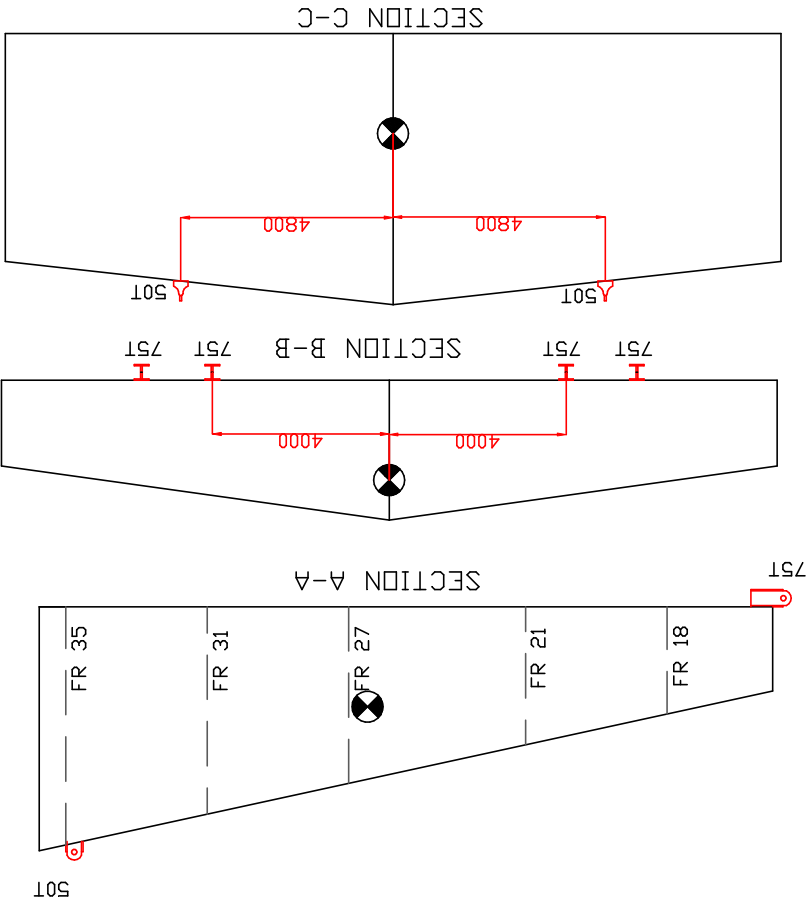
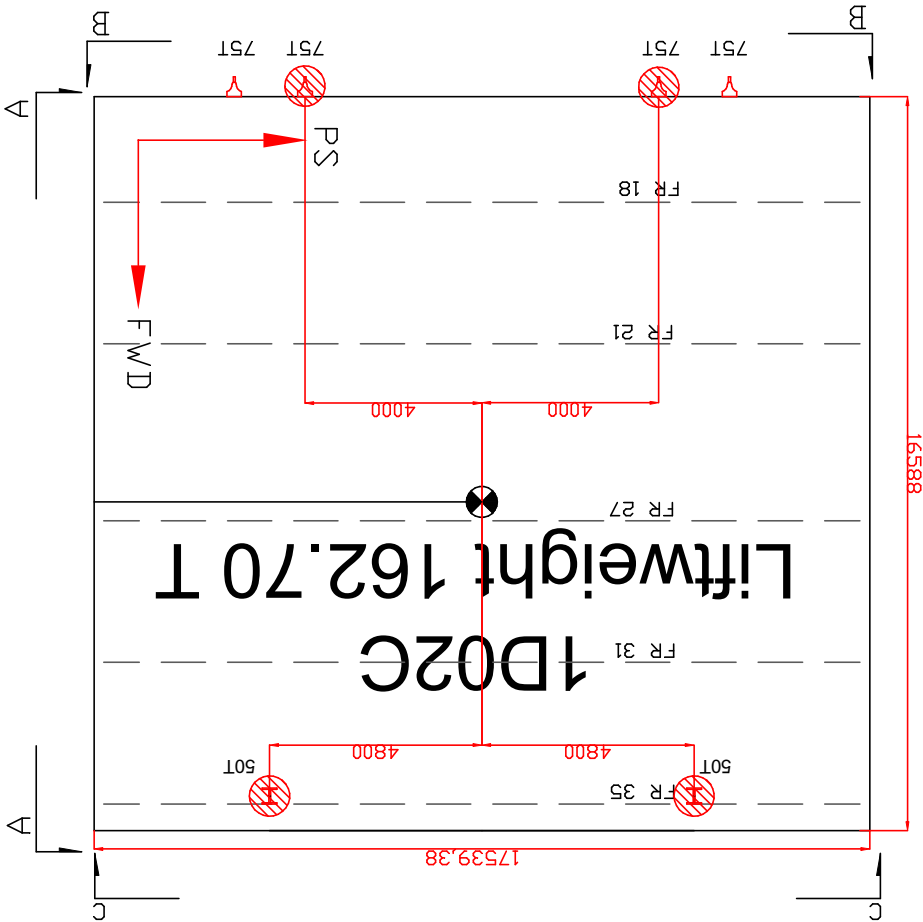
LAMPIRAN

Lampiran A Data Blok Bangunan Kapal
Lampiran B Hasil Perhitungan Teknis
Lampiran C Hasil Perhitungan Ekonomis
Lampiran D Desain Rencana Garis
Lampiran E Desain Rencana Umum
Lampiran F Desain Model 3D
Lampiran G Skema *Loading & Off-Loading*

LAMPIRAN A
DATA BLOK BANGUNAN KAPAL

BLOCK 1D02C PADEYE LOCATION

EST WEIGHT : 162.70 MT



- Remarks:
1. CG ARE BASED ON ASSEMBLY DRAWING
 2. PADEYE LOCATION ARE BASED ON DWG NO L1D02C

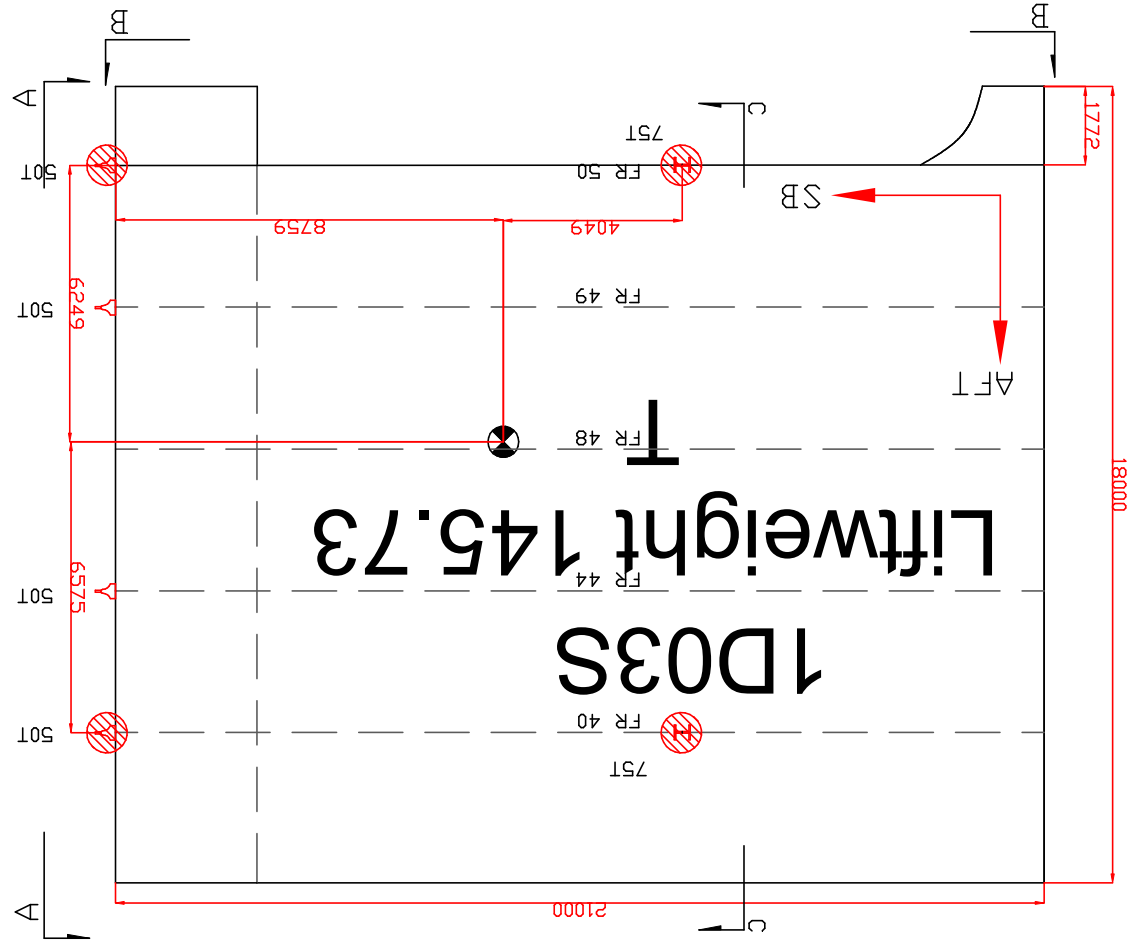
Item	Nupas Weight(MT)	Mill & Welding(MT)	Net Weight(MT)
Structure	162.7	9.76	172.46
Handrail			
Guardrail			
Inclined Ladder			
Platform			
Vertical Ladder			
Anodes			
Pipe Support			
Stagging			
Total	162.7	9.76	172.46

1D02C WEIGHT	172.46 T
Contingency Factor	1.10
Gross Weight	189.70 T
Dynamic Factor	1.12
Tilt Factor	1.00
CoG Factor	1.00
Yaw Factor	1.00
Lifting Factor	212.47 T
Rigging Weight	2.9
Hook Load	215.37 T

Rev.	Date	Description	Sign
REVISION			
BATA MEC SHIPYARD 			
Title: 11-1120 SCM CULZEAN - BLOCK SHIPMENT 2			
Drawn by: Alek	Checked by: Lucky	Approved by: YL Wong	Archive:
Sheet: 1	Date: 1/2/17	Scale: 1:325/A4	Revision: 0

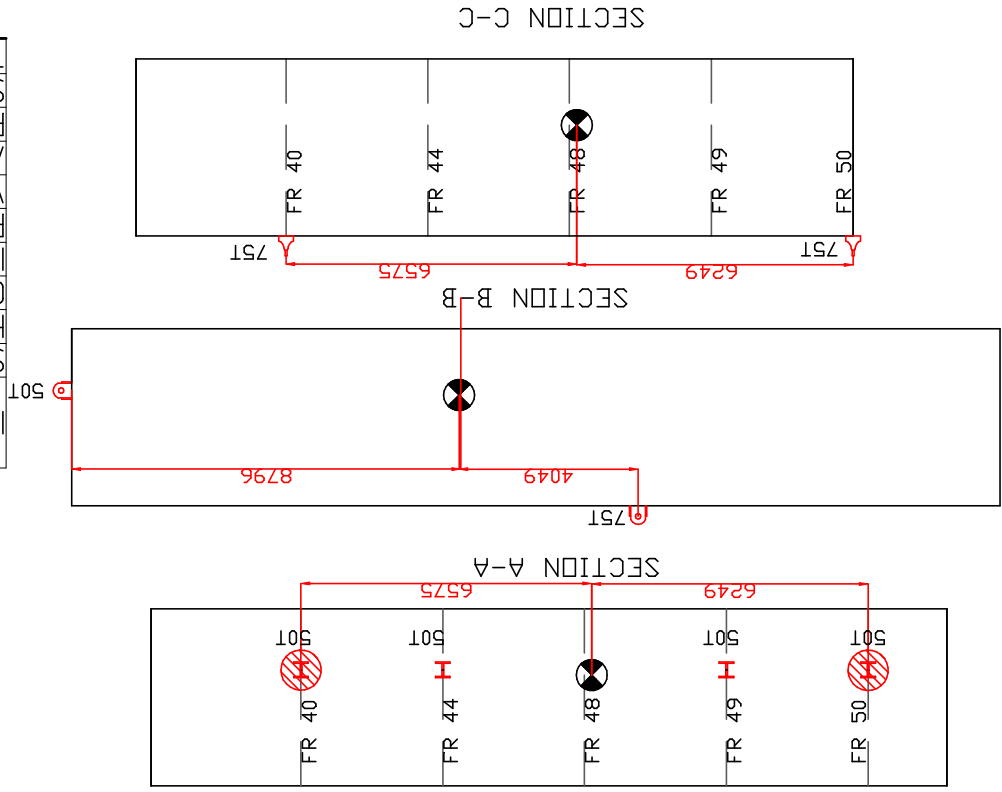
BLOCK 1003S PADEYE LOCATION

EST WEIGHT : 145.73 MT




Remarks:

1. CG ARE BASED ON ASSEMBLY DRAWING	2. PAVEY LOCATION ARE BASED ON DWG NO L1D03S
-------------------------------------	--

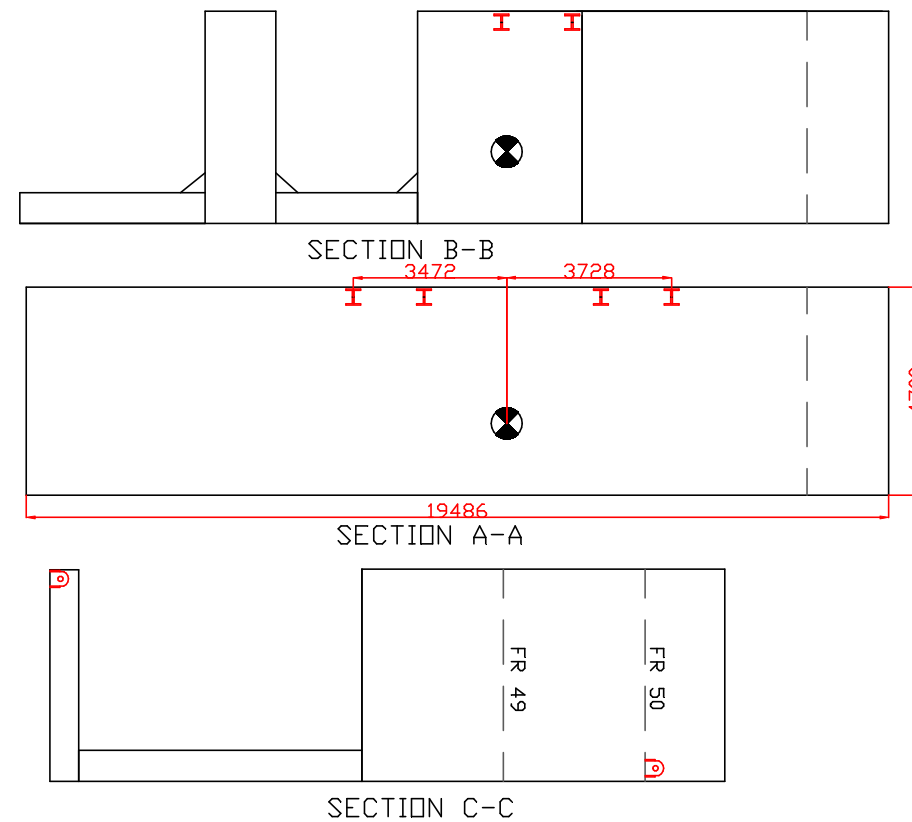
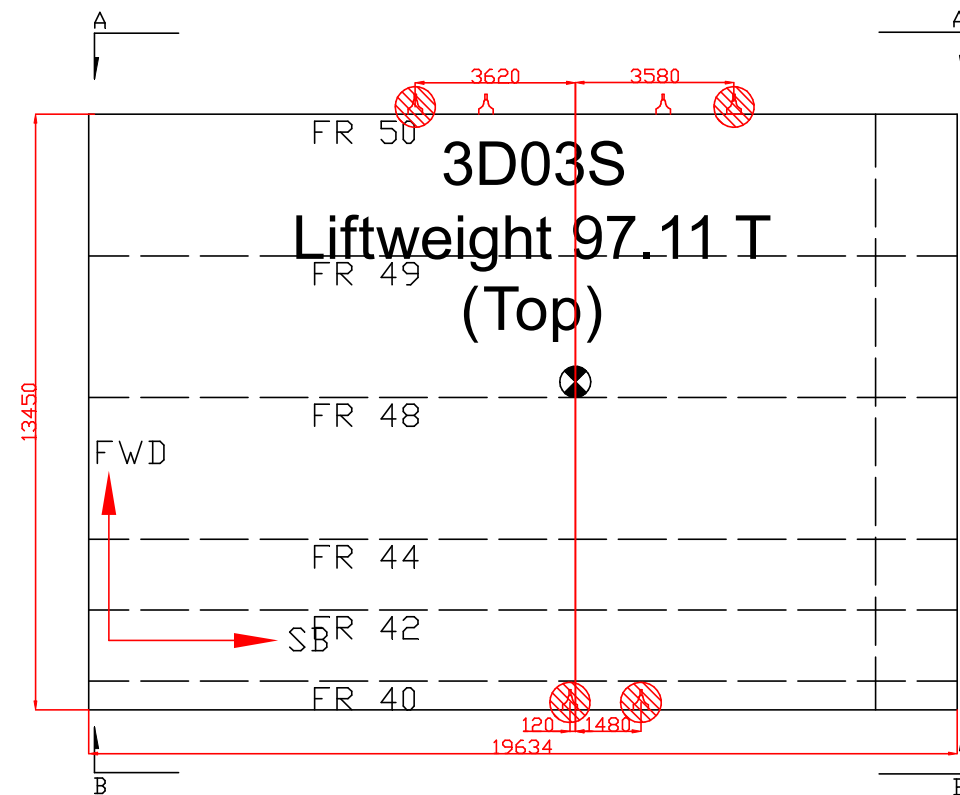


Item	Nupas Weight (MT)	145.73	8.74	154.47
	Mill & Welding 6% (MT)			
Structure		145.73	8.74	154.47
Handrail				
Guardrail				
Inclined Ladder				
Platform				
Vertical Ladder				
Anodes				
Pipe Support				
Staging				
Total		145.73	8.74	154.47

Rev.	Date	Description		Sign
REVISION				
 BATAMEC SHIPYARD				
Title: 11-1120 SCM CULZEAN - BLOCK SHIPMENT 2				
Drawn	Checked	Approved	Sheet:	Date:
by: Alek	by: Lucky	by: YL Wong	1	1/2/17
Drawing No:	Revision:			
0				

BLOCK 3D03S PADEYE LOCATION

EST WEIGHT : 97.11 MT




Item	Nupas Weight (MT)	Mill & Welding (MT)	Net Weight (MT)
Structure	97.11	5.8266	102.9366
Handrail			
Guardrail			
Inclined Ladder			
Platform			
Vertical Ladder			
Anodes			
Pipe Support			
Stagging			
Total	97.11	5.8266	102.9366

3D03S WEIGHT	102.93 T
Contingency Factor	1.10
Gross Weight	113.23 T
Dynamic Factor	1.12
Tilt Factor	1.00
CoG Factor	1.00
Yaw Factor	1.00
Lifting Factor	126.81 T
Rigging Weight	2.9
Hook Load	129.71 T

Remarks:

1. CG ARE BASED ON ASSEMBLY DRAWING
2. PADEYE LOCATION ARE BASED ON DWG NO L3D03S

Rev.	Date	Description	Sign
REVISION			
 BATAMEC SHIPYARD			
Title: 11-1120 SCM CULZEAN - BLOCK SHIPMENT 2			
Drawn by: Alek	Checked by: Lucky	Approved by: YL Wong	Sheet: 1
Drawing No: -		Archive:	Scale: 1:325/A4
			Revision: 0

LAMPIRAN B
HASIL PERHITUNGAN TEKNIS

Coefficient Calculation

Input Data :

L =	89.20 m	L/B =	4.227
H =	4.30 m	B/T =	14.067
B =	21.10 m	T/H =	0.349
T =	1.50 m	V _s =	5.114 m/s
Fn =	0.17	ρ =	1.025 kg/m ³

Calculation :

• Froude Number Dasar

; *Principles of Naval Architecture Vol. II Page 58*

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

=

$$= 0.173$$

• Block Coefficient (Watson & Gilfillan) :

$$C_B = -4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3 \quad \rightarrow \quad 0.15 \leq Fn \leq 0.32$$

$$= 0.820$$

; *Parametric Design Chapter 11 Page 11*

• Midship Section Coefficient (Series 60)

; *Parametric Design Chapter 11 Page 12*

$$C_M = 0.977 + 0.085(C_B - 0.6)$$

$$= 0.996$$

• Waterplane Coefficient (Tanker)

; *Parametric Design Chapter 11 Page 16*

$$C_{WP} = C_B / (0.471 + 0.551 C_B)$$

$$= 0.889$$

• Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)

; *Parametric Design Chapter 11 Page 19*

$$a. \text{ LCB (\%)} = [(-13.5) + 19.4 \cdot C_P] \% L_{pp}$$

$$= 2.478 \% L_{pp}$$

$$b. \text{ LCB dari M} = (\text{LCB (\%)} / 100) L_{pp}$$

$$= 2.211 \text{ m dari Midship}$$

$$c. \text{ LCB dari AP} = 0.5 \cdot L_{pp} - \text{LCB}_M$$

$$= 46.811 \text{ m dari AP}$$

$$d. \text{ LCB dari FP} = 42.389 \text{ m dari FP}$$

• Prismatic Coefficient

$$C_P = C_B / C_M \quad ; \text{ PNA Vol. I Page 19}$$

$$= 0.824 \quad ; \text{ min 0.73 - max 0.85}$$

• Lwl (Engineering Judgement)

$$L_{wl} = 1.04 L_{pp}$$

$$= 92.768 \text{ m}$$

• ∇ (m³)

$$\nabla = L_{pp} \cdot B \cdot T \cdot C_B$$

$$= 2315.262 \text{ m}^3$$

• Δ (ton)

$$\Delta = L_{pp} \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \rho$$

$$= 2373.144 \text{ ton}$$

Resistance Calculation

[Holtrop & Mennen Method]

Input Data :

L =	89.200 m	$C_B = 0.820$
H =	4.300 m	$C_M = 0.996$
B =	21.100 m	$C_{WP} = 0.889$
T =	1.500 m	$C_P = 0.824$
Fn =	0.173	

Choice No.	C_{stern}	Used for
1	-25	Pram with Gondola
2	-10	V - Shaped Sections
3	0	Normal Section Shape
4	10	U - Shaped Sections with Hogner Stern

; PNA Vol. II Page 91

Calculation :

Viscous Resistance

$$L_{wl} = 104\% \cdot L_{pp} = 92.768 \text{ m}$$

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}} = 0.173$$

• C_{F0} (Friction Coefficient - ITTC 1957)

; PNA Vol. II Page 90

$$R_n = L_{WL} \cdot \frac{Vs}{\nu} \quad \nu = 1.1883 \times 10^{-6}$$

$$= 399235512.619$$

; PNA Vol. II Page 59

$$C_{F0} = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

$$= 0.00168$$

• Harga 1 + k_1

$$1 + k_1 = 0.93 + 0.48 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L}\right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L^3}{\nabla}\right) \cdot 0.3649 (1 - C_P)^{-0.6042}$$

$$= 1.3609$$

$$c = 1 + 0.011 C_{stern} \quad C_{stern} = 0, \text{ karena bentuk Afterbody normal}$$

$$= 1$$

$$\frac{L_R}{L} = 1 - C_P + \frac{0.06 C_P \cdot LCB}{(4C_P - 1)} \quad LCB = 2.4783 \%$$

$$= 0.226$$

$$L^3 / \nabla = 55.845$$

Resistance of Appendages

• Wetted Surface Area

; PNA Vol. II Page 91

A_{BT} = Cross sectional area of bulb in FP

$$= 10\% \cdot B \cdot T \cdot C_M$$

$$= 0 \rightarrow \text{tanpa bulb}$$

$$S = L(2T+B)C_M^{0.5} (0.4530 + 0.4425C_B - 0.2862C_M - 0.00346\frac{B}{T} + 0.3696C_{WP}) + 2.38\frac{A_{BT}}{C_B}$$

$$= 1808.343 \text{ m}^2$$

; BKI Vol. II Section 14-1

$$S_{Rudder} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot \frac{1.75 \cdot L \cdot T}{100}$$

$$= 2.342 \text{ m}^2$$

; Practical Ship Design Page 254

$$S_{Bilge \text{ Keel}} = L_{Keel} \cdot H_{Keel} \cdot 4 \quad L_{Keel} = 0.6 \cdot C_B \cdot L$$

$$H_{Keel} = 0.18 / (C_B - 0.2)$$

$$\begin{aligned}
 &= 53.002 = 45.647 \text{ m} \quad 0.290 \\
 S_{app} &= \text{Total wetted surface of appendages} \\
 &= S_{\text{Rudder}} + S_{\text{Bilge Keel}} \\
 &= 55.343 \text{ m}^2 \quad ; \text{PNA Vol. II Page 92} \\
 S_{tot} &= \text{Wetted surface of bare hull and appendages} \\
 &= S + S_{app} \\
 &= 1863.686 \text{ m}^2 \quad ; \text{PNA Vol. II Page 92}
 \end{aligned}$$

• **Harga 1 + k₂** ; PNA Vol. II Page 92

$$\begin{aligned}
 (1+k_2)_{\text{effective}} &= \frac{\sum S_i (1+k_2)_i}{\sum S_i} \\
 &= 1.404
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Harga } (1+k_2) &= 1.3 - 1.5 \rightarrow \text{rudder of single screw ship} \\
 &= 1.404
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1+k &= 1+k_1 + [1+k_2 - (1+k_1)] \frac{S_{app}}{S_{tot}} \\
 &= 1.362
 \end{aligned}$$

Wave Making Resistance

; PNA Vol. II Page 92

$$\begin{aligned}
 C_1 &= 2223105 C_4^{3.7861} \left(\frac{T}{B} \right)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757} \\
 &= 3.088
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_4 &= B/L \rightarrow 0.11 \leq B/L \leq 0.25 \quad B/L = 0.227 \\
 &= 0.227
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Even Keel} &\rightarrow \begin{aligned} T_a &= T \\ T_f &= T \end{aligned}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 i_E &= 12567 \frac{B}{L} - 16225 C_p^2 + 23432 C_p^3 + 0.155 \left(LCB + \frac{6.8(T_o - T)}{T} \right)^3 \\
 &= 51.393 \quad ; \text{PNA Vol. II Page 93}
 \end{aligned}$$

• **Harga m₁**

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 0.01404 \frac{L}{T} - 1.7525 \nabla^{\frac{1}{3}} / L - 4.7932 B/L - C_5 \\
 &= -1.620 \\
 C_5 &= 1.7301 - 0.7067 \cdot C_p \rightarrow C_p \leq 0.8 \\
 &= 1.148
 \end{aligned}$$

• **Harga m₂**

$$\begin{aligned}
 m_2 &= C_6 \cdot 0.4 e^{-0.034 F_n^{-3.29}} \quad F_n^{-3.29} = 321.976 \\
 &\quad e^{-0.034 F_n^{-3.29}} = 0.00002 \\
 &= -0.00001 \\
 C_6 &= -1.694 \quad L^3/\nabla < 517 \quad L^3/\nabla = 55.845
 \end{aligned}$$

- **Harga λ**

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.03 L/B \quad \rightarrow L/B \leq 12 \quad 4.39658768$$

$$= 1.059$$

- **Harga C_2**

$$C_2 = 1 \quad \rightarrow \text{without bulb} \quad d = -0.9$$

- **Harga C_3**

$$C_3 = 1 - 0.8 A_T / (B.T.C_M) \quad A_T = 0$$

$$= 1 \quad A_T = \text{The immersed area of the transom at zero speed}$$

Saat $V = 0$, Transom tidak tercelup air

; PNA Vol. II Page 93

- **Harga R_w/w**

$$\frac{R_w}{W} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{\left\{ m_1 \cdot F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2}) \right\}}$$

$$= 0.00118978805$$

- **C_A (Correlation Allowance)**

$$C_A = 0.006 (Lwl + 100)^{-0.16} - 0.00205 \quad \rightarrow Tf/Lwl \geq 0.01$$

$$= 0.0005 \quad Tf/Lwl = 0.016$$

; PNA Vol. II Page 93

- **W (gaya berat)**

$$W = \rho \cdot g \cdot \nabla$$

$$= 23280.540 \text{ N}$$

- **R_{Total}**

; PNA Vol. II Page 93

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{tot} [C_F (1 + k) + C_A] + \frac{R_w}{W} W$$

$$= 70587.762 \text{ N}$$

$$= 70.588 \text{ kN}$$

- **$R_{\text{Total}} + 15\%$ (margin)**

; Engineering Judgement

$$= 81.176 \text{ kN}$$

Propulsion & Power Calculation

Input Data :

$R_T = 81.176 \text{ kN}$ $n = \text{putaran propeller}$ $n \text{ (rpm)} = 151 \text{ rpm}$ $n \text{ (rps)} = 2.517 \text{ rps}$ $F_n = 0.173$ $P/D = \text{Pitch ratio ; } 0.5-1.4$ $= 1$ $\rho = 1.025 \text{ kg/m}^3$	$D = \text{Diameter propeller}$ $= 0.65 \cdot T$ $= 0.98 \text{ m}$ $Z = \text{Jumlah daun propeller}$ $Z = 4 \quad ; \text{PNA Vol. II Page 186}$ $AE/AO = \text{Expanded Area Ratio, } 0.4 ; 0.55 ; 0.7 ; 0.85, 1$ $= 0.400 \quad ; \text{PNA Vol. II Page 186}$ $P_E \text{ (kW)} = 415.134 \quad ; \text{PNA Vol. II Page 186}$ $= \text{Effective Horse Power} = R_T \cdot V_s$ $R_n \text{ propeller} = 399235512.619$
---	---

Calculation :

w (Wave Friction)

$$C_V = (1+k) \cdot C_{F0} + C_A$$

$$= 0.003 \quad ; \text{Principle of Naval Architecture Vol II Page 162}$$

$$w = 0.3 C_B + 10 C_V \cdot C_B - 0.1$$

$$= 0.169 \quad ; \text{Principle of Naval Architecture Vol II Page 163}$$

Propulsive Coefficient (η_D)

$$J = \frac{V_A}{nD}$$

$$= 1.732 \quad ; \text{PNA Vol. II Page 145}$$

$$\eta_0 = \frac{J}{2\pi} \cdot \frac{K_T}{K_Q}$$

$$= 0.550 \quad \rightarrow \text{berdasarkan pengalaman (Engineering Judgement)}$$

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w}$$

$$= 0.992 \quad ; \text{Principles of Naval Architecture Vol. II Page 152}$$

$$\eta_R = 1.0 \quad ; \text{Principles of Naval Architecture Vol. II Page 163}$$

$$\eta_D = \frac{P_E}{P_D}$$

$$= 0.535 \quad ; \text{Principles of Naval Architecture Vol. II Page 163}$$

$$w_F = \frac{V - V_A}{V_A}$$

$$= 0.204$$

$$V_A = V(1-w)$$

$$= 4.249 \quad ; \text{PNA Vol. II Page 146}$$

$$P_E = R_T \cdot V_s \text{ (kW)}$$

$$= 415.134$$

$$P_D = P_E / \eta_H \eta_0 \eta_R \text{ (kW)}$$

$$= 776.556 \quad ; \text{Parametric Design Chapter 11 Page 29}$$

Perhitungan P_B

$$\eta_S \eta_B = 0.980 \text{ machinery aft} \quad ; \text{Parametric Design Chapter 11 Page 31}$$

$$\eta_T = 0.975 \quad ; \text{Parametric Design Chapter 11 Page 33}$$

$$P_B = P_E / (\eta_H \eta_0 \eta_R \eta_S \eta_B \eta_T)$$

$$= 812.72 \text{ kW} \quad ; \text{Parametric Design Chapter 11 Page 29}$$

Koreksi MCR

$$P_B + 15\% \text{ (Margin)} = 934.63 \text{ kW}$$

$$\text{Total BHP} = 1270.72 \text{ HP}$$

Pemilihan Mesin Induk ; (Katalog Mesin & Generator Set)

Mesin = Caterpillar

Tipe = **M20C**
Daya = 1020 kW
RPM = 900 rpm
L = 4049 mm
W = 1558 mm
H = 2081 mm
Dry mass = 15.5 ton
 $SFR_{fuel} = 187$ g/kWh
 $SFR_{lubrication} = 0.6$ g/kWh

Pemilihan Generator Set ; (Katalog Mesin & Generator Set)

Generator Set = **Caterpillar**

Tipe = **C18 Acert**
Daya = 372 kW
H = 1145 mm
W = 1047 mm
L = 1506 mm
Dry mass = 1.770 ton
= 3.540 ton

Engine and Generator Set

MCR Mesin

BHP = 934.63 kW
= 1270.72 HP

Spesifikasi Mesin

Mesin = Four - Stroke Engine
Merk = MAN B&W Four-Stroke Propulsion Systems
Type = 12V28/32A-AMG40-51V036-VB980

Daya Mesin

Daya = 1020 kW
= 1387 HP

Konsumsi Fuel Oil

= 187 g/kWh
= 138 g/BHPH

Konsumsi Lubricating Oil

= 0.6 g/kWh
= 0.4 g/BHPH

Pemilihan Mesin

Cylinder bore x stroke = 200x300
rpm/min = 900 rpm
Engine dry mass = 10.5 ton

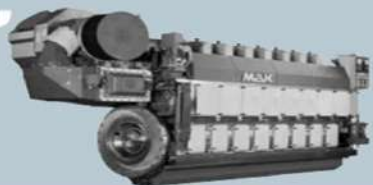
Pemilihan Mesin Induk :

Daya [kW] = 1020 kW
RPM = 900 rpm
L = 4049 mm

W = 1558 mm
H = 2081 mm
Dry mass = 15.5 ton

Ukuran Dimensional Mesin

M 20 C

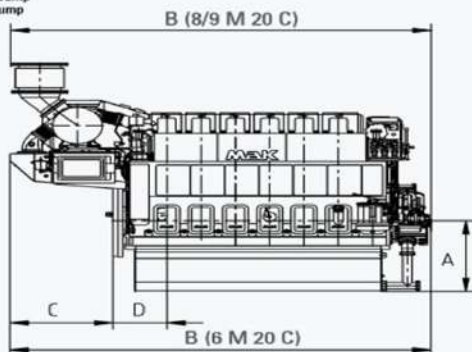


Propulsion Engine

DIMENSIONS (mm) AND WEIGHTS (t)

Type	A	B	C	D	E	F	G	H	t
6 M 20 C	941	4049	988	520	1558	630	330	2081	10.5
8 M 20 C	941	4846	988	520	1693	630	330	2218	13.8
9 M 20 C	941	5176	988	520	1693	630	330	2218	14.8

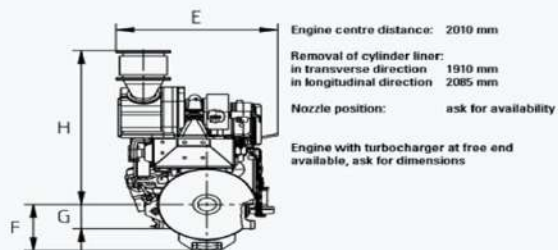
A: Wet sump
F: Dry sump



TECHNICAL DATA

Type	Output range		Speed	Mean eff. pressure	Mean piston speed	Bore	Stroke	Spec. fuel consumption	
								100%	85%
6 M 20 C	kW	mhP	rpm	bar	m/s	mm	mm	g/kWh	g/kWh
	1020	1390	900	24.1	9.0	200	300	187	186
8 M 20 C	1140	1550	1000	24.2	10.0	200	300	190	189
	1360	1850	900	24.1	9.0	200	300	186	186
9 M 20 C	1520	2070	1000	24.2	10.0	200	300	187	189
	1530	2082	900	24.1	9.0	200	300	187	186
	1710	2326	1000	24.2	10.0	200	300	190	189

Specific lubricating oil consumption 0.6 g/kWh, ± 0.3 g/kWh
LCV = 42700 kJ/kg, without engine-driven pumps, tolerance 5%



Engine centre distance: 2010 mm


Removal of cylinder liner:
in transverse direction 1910 mm
in longitudinal direction 2085 mm

Nozzle position: ask for availability

Engine with turbocharger at free end available, ask for dimensions

Penentuan Generator Set

Electronic
Control
System



HEAT EXCHANGER

C18 ACERT

GENERATOR SET ENGINE
/AUXILIARY

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

	bhp	bkW	rpm	U.S. g/h	l/hr	EPA - IMO - EU
C18 ACERT	499	372	1800	25.4	96.0	T2C - II - CC2
C18 ACERT	624	465	1800	31.5	119.1	T2C - II - CC2
C18 ACERT	733*	547	1800	35.2	133.2	T2C - II - NC
C18 ACERT	806*	601	1800	38.3	145.1	T2C - II - NC
C18 ACERT	404	301	1500	19.9	75.3	T2C - II - CC2
C18 ACERT	514	383	1500	25.2	95.4	T2C - II - CC2
C18 ACERT	587	438	1500	28.7	108.6	T2C - II - CC2
C18 ACERT	660	492	1500	32.3	122.3	T2C - II - CC2

*Keel cooling not available.

	LE	H	WE
min.	59.23 in/1506 mm	45.08 in/1145 mm	41.2 in/1047 mm
max.	81.03 in/2058 mm	47.2 in/1273 mm	42.9 in/1090 mm

In-line 6, 4-Stroke-Cycle Diesel

Aspiration	TA, TTA	
Bore x Stroke	5.7 x 7.2 in	145 x 183 mm
Displacement	1106 cu in	18.1 liter
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise	
Engine dry weight (approx)	3900-4200 lb	1769-1905 kg

67

Generator Set

Daya Genset = 25% Engine
 = 233.658 kW
 = 313 HP

Pemilihan Genset

Merk = CAT
 Type = C18ACERT
 Daya = 372 kW
 W = 1047 mm
 L = 1506 mm
 H = 1145 mm
 Dry mass = 1.77 ton
 = 1769 kg
 = 3.54 ton (2 buah)
 Diesel oil = 210 g/kWh

Machinery Plant Calculation

Input Data :

D =	0.975	m	P _D =	776.56	kW	(Delivery Power at Propeller)
n =	151	rpm	P _B =	1020.00	kW	(Brake Horse Power)
Z =	4	buah	P =	372	kW	(Generator Set)
AE/AO =	0.4					

Perhitungan :

Main Engine

$$W_E = 15.5 \text{ ton}$$

Propulsion Unit

; Ship Design for Efficiency and Economy Page 175

• Gear Box

$$W_{\text{Gear}} = (0.3 \sim 0.4) \cdot \frac{P_B}{n} \quad ; \text{ diambil } 0.4 \text{ (maximal)}$$

$$= 2.03 \text{ ton} \quad 13.40 \text{ ton}$$

From Catalog

• Shafting

$$\text{Panjang poros (l)} = 7.00 \text{ m}$$

$$M_s/l = 0.081 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 0.24 \quad ; \text{ Berat poros/panjang poros}$$

$$M_s = M_s/l \cdot l$$

$$= 1.69 \text{ ton} \quad ; \text{ Berat poros propeller}$$

• Propeller

$$d_s = 11.5 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 19.85 \text{ cm} \quad = 0.1985 \text{ m}$$

$$K = (d_s/D)(1.85A_E/A_O - (Z-2)/100) \quad ; \text{ Koefisien fixed propeller}$$

$$= 0.131$$

$$W_{\text{Propeller}} = D^3 \cdot K \quad ; \text{ Berat propeller}$$

- $h_{db} = B/15$ $h_{min} = 1000 \text{ mm}$
 $= 1.0 \text{ m}$; *BKI Vol. II Section 24-2 Oil Tankers*
- $KG_m = h_{db} + 0.35(H - h_{db})$; *Parametric Design Chapter 11 Page 25*
 $= 2.155 \text{ m}$
- $L_{CB} = 7.00 \text{ m}$; *Panjang Ceruk Buritan*
- $LCG_{mid} = -(LCG \text{ dari FP} - 0.5 * L)$
- $LCG_{mid} = -32.35 \text{ m}$
- $LCG \text{ dari FP} = L_{CH} + L_{CF} + L_{RM} + (0.5 * L_{KM})$
 $= 76.95 \text{ m}$; *Titik Berat Mesin*

Steel Weight Calculation

No	Type kapal	CSO
1	Bulk carriers	0.070
2	Cargo ship (1 deck)	0.070
3	Cargo ship (2 decks)	0.076
4	Cargo ship (3 decks)	0.082
5	Passenger ship	0.058
6	Product carriers	0.0664
7	Reefers	0.0609
8	Rescue vessel	0.0232
9	Support vessels	0.0974
10	Tanker	0.0752
11	Train ferries	0.650
12	Tugs	0.0892
13	VLCC	0.0645

Koefisien titik berat	
Type kapal	CKG
Passenger ship	0.67 – 0.72
Large cargo ship	0.58 – 0.64
Small cargo ship	0.60 – 0.80
Bulk carrier	0.55 – 0.58
Tankers	0.52 – 0.54

; Ship Design for Efficiency and Economy Page 150 & 154

Input Data :

L = 89.20 m
 H = 4.30 m
 B = 21.10 m
 T = 1.50 m
 Fn = 0.173

Calculation :

Volume Superstructure

• Volume Forecastle

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang (L}_{\text{Forecastle}}) &= 11 \cdot \text{jarak gading haluan} + 4 \cdot \text{Jarak gading di ruang muat} \\
 &= 9.4 \text{ m} \\
 \text{Lebar (B}_{\text{Forecastle}}) &= \text{Selebar kapal} \\
 &= 21.10 \text{ m} \\
 \text{Tinggi (h}_{\text{Forecastle}}) &= \text{Asumsi 2.4 m} \\
 &= 2.4 \text{ m} \\
 V_{\text{Forecastle}} &= 0.5 \cdot L_{\text{Forecastle}} \cdot B_{\text{Forecastle}} \cdot h_{\text{Forecastle}} \\
 &= 238.01 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

• Volume Poop

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang (L}_{\text{PooP}}) &= 32 \cdot \text{jarak gading} \\
 &= 17.5 \text{ m} \\
 \text{Lebar (B}_{\text{PooP}}) &= 0.5 \text{ Lebar kapal (B)} \\
 &= 21.1 \text{ m} \\
 \text{Tinggi (h}_{\text{PooP}}) &= \text{Asumsi 2.4 m} \\
 &= 2.4 \text{ m} \\
 V_{\text{PooP}} &= 0.5 L_{\text{PooP}} \cdot (B_{\text{PooP}}) \cdot h_{\text{PooP}} \\
 &= 443 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Lebar poop bagian belakang
 21.10 m

- **Volume Total**

$$\begin{aligned} V_A &= V_{\text{Forecastle}} + V_{\text{Poop}} \\ &= \mathbf{681.11 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Volume Deckhouse

- **Volume Layer II**

$$\begin{aligned} \text{Panjang (L}_{D \text{ II}}) &= 28 \text{ jarak gading} \\ &= 10.5 \text{ m} \\ \text{Lebar (B}_{D \text{ II}}) &= B - 1.5\text{m} \rightarrow \text{Gangway} \\ &= 14.0 \text{ m} \\ \text{Tinggi (h}_{D \text{ II}}) &= \mathbf{Asumsi 2.4 \text{ m}} \\ &= 2.4 \text{ m} \\ V_{D \text{ H-layer II}} &= L_{D \text{ II}} \cdot B_{D \text{ II}} \cdot h_{D \text{ II}} \\ &= \mathbf{352.8 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

- **Volume Wheelhouse**

$$\begin{aligned} \text{Panjang (L}_{WH}) &= 16 \cdot \text{jarak gading} \\ &= 7.0 \text{ m} \\ \text{Lebar (B}_{WH}) &= \mathbf{Selebar Wheel house} \\ &= 8 \text{ m} \\ \text{Tinggi (h}_{WH}) &= \mathbf{Asumsi 2.4 \text{ m}} \\ &= 2.4 \text{ m} \\ V_{D \text{ H-wheel house}} &= L_{WH} \cdot B_{WH} \cdot h_{WH} \\ &= \mathbf{134.40 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

- **Volume Total**

$$\begin{aligned} V_{DH} &= V_{D \text{ H-layer II}} + V_{D \text{ H-wheel house}} \\ &= \mathbf{487.2 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Steel Weight

; Ship Design for Efficiency and Economy Page 154

- $D_A = \text{Tinggi kapal setelah dikoreksi dengan superstructure dan deckhouse}$
 $= H + (V_A + V_{DH}) / (L_{pp} \cdot B)$
 $= 4.921 \text{ m}$
- $C_{SO} = \text{Cargo Ship}$
 $= 0.0700 \text{ t/m}^3$
- $\Delta_{\text{kapal}} = 2373.14 \text{ ton}$
- $U = \log \left(\frac{\Delta}{100} \right)$
 $= 1.375$
- $C_S = C_{SO} + 0.06 \cdot e^{-(0.5U + 0.1U^2 \cdot 45)}$
 $= 0.108 \text{ t/m}^3$
- $W_{ST} = L_{pp} \cdot B \cdot D_A \cdot C_S$
 $= \mathbf{995.83 \text{ ton}}$ (total berat rumah geladak dan bangunan atas)

*; Harvald and Jensen 1992 Method
; Ship Design for Efficiency and Economy, Page 154*

Center of Gravity of Steel Calculation

Input Data :

$$\begin{aligned}
 L_{pp} &= 89.20 \text{ m} \\
 B &= 21.10 \text{ m} \\
 H &= 4.30 \text{ m} \\
 \nabla A = \text{Superstructure} &= 681 \text{ m}^3 \\
 \nabla_{DH} = \text{Deckhouse} &= 487.20 \text{ m}^3 \\
 \text{LCB (\%)} &= 2.48 \%
 \end{aligned}$$

; Parametric Design Chapter 11 Page 19

Perhitungan :

KG *; Ship Design for Efficiency and Economy Page 150*

$$C_{KG} = 0.54 \rightarrow \text{koefisien titik berat}$$

$$\begin{aligned}
 KG = C_{KG} \cdot D_A &= C_{KG} \cdot D + \frac{\nabla_A + \nabla_{DH}}{L_{PP} \cdot B} \\
 &= 2.66 \text{ m}
 \end{aligned}$$

LCG dari midship *; Parametric Design Chapter 11 Page 25*

$$\text{dalam \%L} = -0.15 + \text{LCB\%}$$

$$= 2.33$$

$$\text{dalam m} = \text{LCG(\%)} \cdot L$$

$$= 2.08 \text{ m}$$

LCG dari FP

$$\text{LCG}_{FP} = 0.5 \cdot L + \text{LCG dari midship}$$

$$= 46.677 \text{ m}$$

LCG dari AP

$$\text{LCG}_{AP} = L - \text{LCG dari FP}$$

$$= 42.523 \text{ m}$$

Koefisien titik berat	
Type kapal	CKG
Passenger ship	0.67 – 0.72
Large cargo ship	0.58 – 0.64
Small cargo ship	0.60 – 0.80
Bulk carrier	0.55 – 0.58
Tankers	0.52 – 0.54

Crew and Consumable Calculation

Parametric Design Chapter 11, Michael G. Parsons
Lecture of Ship Design and Ship Theory : Herald Poehls

Input Data :

L = 89.20 m
B = 21.10 m
H = 4.30 m
T = 1.50 m

Vs = 5.11 m/s = 11.41 mil/jam
P_B = 935 kW
P_B = 1271 HP

Perhitungan :

Consumable :

• Crew = 5 orang

; Peraturan Menteri Perhubungan (KM) No. 70 tahun 1998 tentang Pengawakan Kapal Niaga

• Crew Weight

; Parametric Design Chapter 11 Page 25

C_{C&E} = 0.08 ton/person

W_{C&E} = 0.40 ton

• Fuel Oil

; Parametric Design Chapter 11 Page 24

SFR = 0.000187 ton/kW.hr

MCR = 935 kW

Margin = 0.10

margin ; (5% ~ 10%)

W_{FO} = SFR * MCR * S/Vs * (1+margin)

S/Vs = 2.50 jam

= 0.48 ton

V_{FO} = 0.53 m³

V_{FO} = (W_{FO} + 4% W_{FO})/Π Π = 0.95

• Diesel Oil

W_{DO} = C_{DO} x W_{FO}

C_{DO} = 0,1~0,2

W_{DO} = 0.10 ton

C_{DO} = 0.20

V_{DO} = 0.12 m³

V_{DO} = (W_{DO} + 2% W_{DO})/Π Π = 0.85

• **Fresh Water**

$$\begin{aligned}
 \text{range} &= 15 \text{ nm} && ; \text{ Parametric Design Chapter 11 Page 24} \\
 V_s &= 10 \text{ knots} \\
 \text{day} &= 1.00 = 2.50 \text{ jam} \\
 W_{FW1} &= 0.10 \text{ ton/(person.day)} \\
 &= 0.50 \text{ ton} \\
 \rho_{FW} &= 1.00 \text{ ton/m}^3 \\
 V_{FW} &= 0.51 \text{ m}^3 \\
 W_{FW} \text{ Total} &= 0.50 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

• **Provision and Store**

; Parametric Design Chapter 11 Page 25

$$\begin{aligned}
 W_{PR} &= C_{PR} \cdot \text{Crew} \cdot \text{Day} && C_{PR} = 0.01 \text{ ton/(person.day)} \\
 &= 0.05 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$W_{\text{consumable}} = 1.53 \text{ ton}$$

Perhitungan Titik Berat Consumable dan Crew

$$\begin{aligned}
 13.50 & && L_{KM} \cdot 15 \text{ jarak gading} = 10.50 \text{ m} && ; \text{ Jarak gading} = 0.7 \\
 & && L_{CB} \cdot 10 \text{ jarak gading} = 7.00 \text{ m} \\
 & && L_{CH} \cdot 11 \text{ jarak gading} = 7.00 \text{ m} && ; \text{ Jarak gading di ruang muat} = 0.7 \\
 & && L_{CF} \cdot 4 \text{ jarak gading} = 2.80 \text{ m} && ; 2 \text{ cofferdam} \\
 &&& \text{Kapal ini terdapat 2 cofferdam yaitu :} \\
 &&& \text{Diantara cargo tank dan machinery room, belakang Collision Bulkhead} \\
 &&& \text{Space cofferdam} = 2 \text{ jarak gading} = 1.40 \text{ m} \\
 L_{FO} &= \text{Panjang tangki fuel oil} = 1 \text{ kali jarak gading} = 0.70 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dimensi ruang akomodasi

$$L_{RM} = L_{pp} - (L_{CB} + L_{CH} + L_{KM} + L_{CF}) = 61.90 \text{ m} \quad ; \text{ panjang ruang muat}$$

• **Poop**

$$L_{\text{poop}} = 17.50 \text{ m}$$

• **Layer II**

$$h_{II} = 2.40 \text{ m} \quad ; \text{ asumsi}$$

• **Layer III**

$$h_{III} = 2.40 \text{ m} \quad ; \text{ asumsi}$$

$$h_{\text{poop}} = 2.40 \text{ m} \quad ; \text{ asumsi}$$

$$L_{\text{CH}} = 7.00 \text{ m}$$

$$L_{\text{II}} = 10.50 \text{ m}$$

$$L_{\text{III}} = 7.00 \text{ m}$$

Berat crew per layer

$$W_{\text{C\&E poop}} = 0.17 \text{ ton}$$

$$W_{\text{C\&E II}} = 0.51 \text{ ton}$$

$$W_{\text{C\&E III}} = 0.00 \text{ ton}$$

$$W_{\text{C\&E IV}} = 0.00 \text{ ton}$$

; Parametric Design Chapter 11 Page 25

Titik berat crew

• KG

$$KG_{\text{poop}} = H + 0,5 * h_{\text{poop}} = 5.50 \text{ m}$$

$$KG_{\text{II}} = H + h_{\text{poop}} + 0,5 * h_{\text{II}} = 7.90 \text{ m}$$

$$KG_{\text{III}} = H + h_{\text{poop}} + h_{\text{II}} + 0,5 * h_{\text{III}} = 10.30 \text{ m}$$

$$KG_{\text{IV}} = H + h_{\text{poop}} + h_{\text{II}} + h_{\text{III}} + 0,5 * h_{\text{IV}} = 0.00 \text{ m}$$

• LCG

$$LCG_{\text{poop}} = 0,5 * L_{\text{poop}} + L_{\text{RM}} + L_{\text{CH}} + L_{\text{CF}} = 80.45 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{II}} = 0,5 * L_{\text{II}} + L_{\text{RM}} + L_{\text{CH}} + L_{\text{CF}} = 76.95 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{III}} = 0,5 * L_{\text{III}} + L_{\text{RM}} + L_{\text{CH}} + L_{\text{CF}} = 75.20 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{IV}} = 0,5 * L_{\text{IV}} + L_{\text{RM}} + L_{\text{CH}} + L_{\text{CF}} = 0.00 \text{ m}$$

• Titik berat

$$KG_{\text{C\&E}} = 7.30 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{C\&E}} = 77.83 \text{ m}$$

Titik berat air tawar

• Dimensi tangki

$$t_{\text{FW}} = 2.00 \text{ m}$$

$$B_{\text{FW}} = 2.10 \text{ m}$$

$$P_{\text{FW}} = 0.70 \text{ m}$$

• Titik berat

$$KG_{\text{FW}} = H + 0,5 * t_{\text{FW}} = 2.00 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{FW}} = 76.63 \text{ m}$$

Titik berat diesel oil

• Dimensi tangki

$$t_{\text{DO}} = h_{\text{db}} = 1.000 \text{ m}$$

$$B_{\text{DO}} = 4.20 \text{ m}$$

$$P_{\text{DO}} = 0.700 \text{ m}$$

• Titik berat

$$KG_{\text{DO}} = H - 0,5 * t_{\text{DO}} = 0.500 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{DO}} = 74.146 \text{ m}$$

Titik berat fuel oil

• Dimensi tangki

$$t_{\text{FO}} = 1.000 \text{ m}$$

$$B_{\text{FO}} = 15.83 \text{ m}$$

$$P_{\text{FO}} = 1 \text{ m}$$

• Titik berat

$$KG_{\text{FO}} = 0.500 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{FO}} = 79.1 \text{ m}$$

Titik berat consumable

$$KG = 2.845 \text{ m} \quad \text{SFR}$$

$$LCG \text{ dari FP} = 77.447 \text{ m} \quad \text{SFR}$$

Crew List

; Peraturan Menteri Perhubungan (KM) No. 70 tahun 1998
tentang Pengawakan Kapal Niaga

Ruang		Crew
 poop		
Chief Cook	=	1
Steward	=	0
Sea Man	=	0
Pumpman	=	0
Oiler	=	0
Cadet	=	0
Total	=	1
 Layer 2		
Second Engineer	=	1
Third Engineer	=	0
Quarter Master	=	0
Electrician	=	0
Total	=	1
 Layer 3		
Chief Officer	=	1
Second Officer	=	0
Third Officer	=	0
Total	=	1
 Layer 4		
Master/Captain	=	1
Chief Engineer	=	1
Total	=	2
Jumlah Crew	=	5

L = 89.20 m
H = 4.30 m
B = 21.10 m
T = 1.50 m

Asumsi

Jumlah Crew

$Z_c = C_{st} \times C_{dk} (L \times B \times H \times 35/10)^{1/6} + C_{eng} (BHP / 10^5)^{1/3} + \text{cadet}$		
Zc	=	Jumlah crew
Cdk	=	Koeffisien deck departemen Cdk = 11.5 ~ 14.5
Cst	=	Koeffisien steward departemen Cst = 1.2 ~ 1.33
Ceng	=	Engineer Departemen Ceng = 8.5~ 11
Cadet	=	2 orang

Equipment and Outfitting Calculation

[Reference : Ship Design for Efficiency and Economy]

Input Data :

$$\begin{aligned} L &= 89 \text{ m} & C_{ALV} &= 170 \text{ kg/m}^2 \\ B &= 21 \text{ m} & W &= \frac{A \cdot C_{ALV}}{1000} \\ H / \text{Depth (D)} &= 4.30 \text{ m} \end{aligned}$$

Grup III (Accommodation)

; Ship Design for Efficiency and Economy Page 172

The specific volumetric and unit area weights are:

$$\begin{aligned} \text{For small and medium sized cargo ships :} & \quad 160 - 170 \text{ kg/m}^2 \\ \text{For large cargo ships, large tankers, etc :} & \quad 180 - 200 \text{ kg/m}^2 \\ & \quad 170 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

• Poop

$$\begin{aligned} L_{\text{poop}} &= 19.20 \text{ m} \\ B_{\text{poop}} &= 16.00 \text{ m} \\ A_{\text{poop}} &= 307.20 \text{ m}^2 \\ W_{\text{poop}} &= 52.22 \text{ ton} \end{aligned}$$

• Forecastle

$$\begin{aligned} L_{\text{forecastle}} &= 9.40 \text{ m} \\ B_{\text{forecastle}} &= 10.00 \text{ m} \\ A_{\text{forecastle}} &= 94.00 \text{ m}^2 \\ W_{\text{forecastle}} &= 15.98 \text{ ton} \end{aligned}$$

• Deckhouse

Layer II

$$\begin{aligned} L_{\text{DH II}} &= 16.80 \text{ m} \\ B_{\text{DH II}} &= 18.50 \text{ m} \\ A_{\text{DH II}} &= 310.80 \text{ m}^2 \\ W_{\text{DH II}} &= 52.84 \text{ ton} \end{aligned}$$

Layer III

$$\begin{aligned} L_{\text{DH III}} &= 14.40 \text{ m} \\ B_{\text{DH III}} &= 18.50 \text{ m} \\ A_{\text{DH III}} &= 266.40 \text{ m}^2 \\ W_{\text{DH III}} &= 45.29 \text{ ton} \end{aligned}$$

Layer IV

$$\begin{aligned} L_{\text{DH IV}} &= 12.00 \text{ m} \\ B_{\text{DH IV}} &= 18.50 \text{ m} \\ A_{\text{DH IV}} &= 222.00 \text{ m}^2 \\ W_{\text{DH IV}} &= 37.74 \text{ ton} \end{aligned}$$

Wheelhouse

$$\begin{aligned} L_{\text{WH}} &= 9.60 \text{ m} \\ B_{\text{WH}} &= 20.00 \text{ m} \\ A_{\text{WH}} &= 192.00 \text{ m}^2 \\ W_{\text{WH}} &= 32.64 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$W_{\text{Group III}} = 236.71 \text{ ton} ; \text{ untuk persebaran E/O di deckhouse}$$

Equipment and Outfitting Total Weight

$$\begin{aligned} &= Co \cdot L \cdot B & Co &= 0.20 \\ &= 376 \text{ ton} \end{aligned}$$

Outfit Weight Center Estimation

; Ship Design for Efficiency and Economy Page 173

$$D_A = 4.921 \text{ m} ; \text{ tinggi kapal setelah dikoreksi dengan superstructure dan deckhouse}$$

$$\begin{aligned} KG_{E\&O} &= 1.02 - 1.08 D_A \\ &= 5.314 \text{ m} \end{aligned}$$

1. LCG_1 (25% $W_{E\&O}$ at LCG_M)

$$W_{E\&O\ KM} = 112.9 \text{ ton}$$

$$L_{CB} = 7.00 \text{ m}$$

$$LCG_{Mesin\ dari\ FP} = 77.20 \text{ m}$$

$$LCG_{M\ Mesin} = -32.60 \text{ m}$$

$$L_{KM} = 10.50 \text{ m}$$

Layer II

$$L_{DH\ II} = 16.8 \text{ m}$$

$$W_{DH\ II} = 52.84 \text{ ton}$$

$$LCG_I = -0,5 \cdot L_{pp} + (L_{KM} + L_{CB}) - 0,5 \cdot L_{DH\ II}$$

$$= -35.50 \text{ m}$$

Layer III

$$L_{DH\ III} = 14.40 \text{ m}$$

$$W_{DH\ III} = 45.29 \text{ ton}$$

$$LCG_{II} = -34.30 \text{ m}$$

2. LCG_2 (37,5% $W_{E\&O}$ at LCG_{DH})

$$W_{E\&O\ DH} = 141.16 \text{ ton}$$

$$LCG_{M\ DH} = \#REF! \text{ m}$$

3. LCG_3 (37,5% $W_{E\&O}$ others)

$$W_{E\&O\ Others} = 141.16 \text{ ton}$$

$$LCG\ Others = 0.00 \text{ m}$$

$LCG_{E\&O}$ (LCG di belakang midship)

$$= \#REF! \text{ m}$$

$LCG_{E\&O}$ (dari FP)

$$= \#REF! \text{ m}$$

Total Weight and Total Centers Estimation

1. Light Weight Tonnage (LWT)

• Steel Weight

$$\begin{aligned}W_{ST} &= 995.83 & \text{ton} \\KG_{ST} &= 2.657 & \text{m} \\LCG_{ST} \text{ dr FP} &= 46.68 & \text{m}\end{aligned}$$

• Equipment & Outfitting Weight

$$\begin{aligned}W_{E\&O} &= 376 & \text{ton} \\KG_{E\&O} &= 5.314 & \text{m} \\LCG_{E\&O} \text{ dr FP} &= 79.100 & \text{m}\end{aligned}$$

• Machinery Weight

$$\begin{aligned}W_M &= 82.140 & \text{ton} \\KG_M &= 2.155 & \text{m} \\LCG_M \text{ dr FP} &= 77.0 & \text{m}\end{aligned}$$

2. Dead Weight Tonnage (DWT)

• Consumable Weight

$$\begin{aligned}W_{\text{consumable}} &= 1.529 & \text{ton} \\KG_{\text{consumable}} &= 2.845 & \text{m} \\LCG_{\text{consumable}} \text{ dari FP} &= 77.4 & \text{m}\end{aligned}$$

• Payload

$$\begin{aligned}W_{\text{payload}} &= 810 & \text{ton} \\KG_{\text{Payload}} &= H - (H - h_{db}) * 0,5 \\&= 6.300 & \text{m} \\LCG_{\text{Payload}} \text{ dari FP} &= 31.21 & \text{m}\end{aligned}$$

Total Weight

$$\text{Total weight} = \text{LWT} + \text{DWT} = 2265.93 \text{ ton}$$

$$KG \text{ Total} = 4.38 \text{ m}$$

$$LCG \text{ Total (dari FP)} = 47.65 \text{ m}$$

$$\text{Total LWT} = 1454.40 \text{ ton}$$

$$\text{Total DWT} = 811.53 \text{ ton}$$

Displacement dan Berat Kapal

Input Data :

Displacement = 2373.14 ton
LWT + DWT = 2265.93 ton

Perhitungan :

Selisih Displacement & Berat Kapal = 107.22 ton
Selisih dalam % = 4.73%
Kondisi = **Accepted** (Batasan kondisi= 2 - 10%)

PERHITUNGAN LAMBUNG TIMBUL

merupakan kapal dengan panjang lebih dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul menggunakan ketentuan *Internasional Convention on Load Lines (ICLL)* 1966.

Input Data

H	=	4.30 m	\tilde{N}	=	2315.26 m ³
d	=	0.85 · H	B ₁	=	21.10 m
	=	3.655 m	C _B	=	$\nabla / (L \cdot B \cdot d)$
L _{pp}	=	89.20 m		=	0.8201
L _{wl}	=	92.768 m			

1. Tipe Kapal

(ICLL) *International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27* menyebutkan bahwa Kapal Tipe A adalah :

- Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
- Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.
- Kapal yang memiliki tingkat permeabilitas rendah pada ruang muat

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga kapal reef cruise termasuk kapal **Tipe B**

2. Lambung Timbul (ICLL Chapter 3, Reg. 28, Freeboard Table for Type B Ships)

Fb ₁	=	1054 mm	Untuk kapal dengan L = 89 m
Fb ₁	=	105.4 cm	
	=	1.054 m	

Untuk kapal Tipe B dengan panjang dibawah 108 meter, tinggi freeboard ditambah 50 mm

(ICLL) *International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27*

Fb ₂	=	1104 mm
	=	1.104 m

Koreksi

1. Koefisien Block

reg 30

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan C_B > 0.68

$Fb (C_B + 0.68) / 1.36$

C _B	=	0.8201	ada koreksi	=	1.21772 mm
Fb ₃	=	1105.22 mm		=	1.105 m

2. Depth (D)

L/15	=	6.1845333
D	=	4.30 m

jika, D < L/15 ; tidak ada koreksi

jika, D > L/15 ; lambung timbul standar ditambah dengan (D-(L / 15))R cm

dimana R = (L/0.48)

D	>	L/15	maka,	R =	185.8333333
Koreksi	=	(6.6 - (89,2 / 15)) x R mm			
	=	-306.006 mm		=	-0.30601 m
Fb ₄	=	799.21 mm		=	0.799 m

Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya

$$\begin{aligned}F_b &= H - T \\&= 1.60 \text{ m}\end{aligned}$$

*Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Disyaratkan***Kondisi = Diterima**

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	0.799	m
Lambung Timbul Sebenarnya	1.6	m
Kondisi	Diterima	

LAMPIRAN C
HASIL PERHITUNGAN EKONOMIS

BUILDING COST

No	Item	Value	Unit
1	Konstruksi Lambung Kapal dan Deckhouse		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-detail/ah36-steel-plate-for-shipbuilding-60239600140.html?s=p</i>		
	Harga	\$ 800.00	USD/ton
	Berat pelat keseluruhan	983.18	ton
	Harga pelat keseluruhan	\$ 786,544.00	USD
2	Elektroda		
	<i>(Diasumsikan 10% dari berat pelat kapal)</i>		
	<i>Sumber: Nekko Steel - Alibaba.com</i>		
	Harga	600	USD/ton
	Berat pelat kapal total (lambung, geladak, bangunan atas, dan konstruksi lambung kapal)	98.318	ton
	Harga Elektroda	\$ 58,990.80	USD
	Total Harga Pelat dan Elektroda Aluminium Kapal	\$ 845,534.80	USD

No	Item	Value	Unit
1	Railing dan Tiang Penyangga		
	<i>(pipa aluminium d = 50 mm, t = 3 mm)</i>		
	<i>Sumber: www.metalsdepot.com</i>		
	Harga	35	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	98	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	\$ 3,430.00	USD
2	Kaca Polycarbonate		
	<i>(Kaca Polycarbonate, t = 6 mm)</i>		
	<i>Sumber: http://www.alibaba.com/product-detail/High-Quality-100-Virgin-Material-Honeycomb_60718631046.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.tyWXaj</i>		
	Harga	250	USD/m ²
	Luas kaca	19.472	m ²
	Harga Kaca Polycarbonate	\$ 4,868.00	USD
3	Peralatan Navigasi & Komunikasi (www.alibaba.com)		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	2,750	USD
	Kompas	55	USD
	GPS	850	USD
	Lampu Navigasi		
	-Masthead Light	9.8	USD
	-Anchor Light	8.9	USD
	-Starboard Light	12	USD
	-Portside Light	12	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	17,500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4,500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	\$ 25,757.65	USD

	b. Peralatan Komunikasi			
	Radiotelephone			
	Jumlah	1	Set	
	Harga per set	172	USD	
	Harga total	\$ 172.00	USD	
	Digital Selective Calling (DSC)			
	Jumlah	1	Set	
	Harga per set	186	USD	
	Harga total	\$ 186.00	USD	
	Navigational Telex (Navtex)			
	Jumlah	1	Set	
	Harga per set	600	USD	
	Harga total	\$ 600.00	USD	
	EPIRB			
	Jumlah	1	Set	
	Harga per set	110	USD	
	Harga total	\$ 110.00	USD	
	SART			
	Jumlah	2	Set	
	Harga per set	450	USD	
	Harga total	\$ 900.00	USD	
	SSAS			
	Jumlah	1	Set	
	Harga per set	2,649	USD	
	Harga total	\$ 2,649.00	USD	
	Portable 2-Way VHF Radiotelephone			
	Jumlah	2	Unit	
	Harga per unit	87	USD	
	Harga total	\$ 174.00	USD	
	Harga Peralatan Komunikasi	\$ 4,791.00	USD	
	Lifebuoy (www.alibaba.com)			
	Jumlah	6	Unit	
	Harga per unit	20	USD	
	Harga total	\$ 120.00	USD	
	Liferaft (@65 orang) (www.alibaba.com)			
	Jumlah	2	Unit	
	Harga per unit	600	USD	
	Harga total	\$ 1,200.00	USD	
	Life Jacket (www.alibaba.com)			
	Jumlah	6	Unit	
	Harga per unit	20	USD	
	Harga total	\$ 120.00	USD	
	Jendela (www.alibaba.com)			
	Jumlah jendela kotak	24	Unit	
	Harga per unit	250	USD	
	Jumlah side scuttle	0	Unit	
	Harga per unit	250	USD	
	Harga total	\$ 6,000.00	USD	
	Pintu (www.alibaba.com)			
	Jumlah	2	Unit	
	Harga per unit	300	USD	
	Pintu ruangan	21	Unit	
	Harga per unit	90	USD	
	Harga total	\$ 2,850.00	USD	
	Windlass (www.alibaba.com)			
	Jumlah	2	Unit	
	Harga per unit	2,000	USD	
	Harga total	\$ 4,000.00	USD	
	Tali Tambat (www.alibaba.com)			
	Jumlah	4	Unit	
	Harga per unit	1.6	USD	
	Harga total	\$ 6.40	USD	
	Total Harga Equipment & Outfitting		\$ 53,143.05	USD

Tenaga Penggerak	No	Item	Value	Unit	
	1	Main Engine Caterpillar M20C			
		<i>Sumber: Katalog Catterpillar</i>			
		Harga	\$	89,500.00	USD/unit
		Jumlah Unit		1	unit
		Harga Unit	\$	89,500.00	USD/unit
			\$	1,260,965,500.00	Rupiah
	2	Generator Set Caterpillar C18Acert			
		<i>Sumber: Katalog Catterpillar</i>			
		Harga	\$	3,742.00	USD/unit
		Jumlah Unit		2	unit
		Harga Unit	\$	7,484.00	USD/unit
		Rp	210,884,152.00	Rupiah	
Total Harga Tenaga Penggerak		\$ 96,984	USD		
Biaya Pembangunan					
No	Item	Value	Unit		
1	Konstruksi	\$ 845,535	USD		
2	<i>Equipment & Outfitting</i>	\$ 53,143	USD		
3	Tenaga Penggerak	\$ 96,984	USD		
Total Harga (USD)		\$ 995,662	USD		
Kurs Rupiah - US Dollar (per 29 Mei - BI)		\$ 14,089	Rp/USD		
Total Harga (Rupiah)		Rp 14,027,879,804.65	Rp		
Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah					
<i>Sumber: Watson, Practical Ship Design, 1998</i>					
Koreksi Ekonomi	No	Item	Value	Unit	
	1	Biaya Pembangunan Kapal			
		<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>			
		Keuntungan Galangan Kapal	Rp 1,402,787,980	Rp	
	2	Biaya Untuk Inflasi (Watson, 1998)			
		<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>			
		Biaya Inflasi	Rp 701,393,990	Rp	
	3	Biaya Pajak Pemerintah (Watson, 1998)			
		<i>10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)</i>			
		<i>15% PPh (Pajak Penghasilan)</i>			
		Biaya Pajak Pemerintah	Rp 3,506,969,951	Rp	
	Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		Rp 5,611,151,922	Rp	

Jadi, total harga kapal adalah =

$$= \text{Biaya Pembangunan} + \text{Profit Galangan} + \text{Biaya Inflasi} + \text{Pajak Pemerintah}$$

$$= \text{Rp } 19,639,031,727$$

Operational Cost

Bank Mandiri

Cash Loan

Kredit Investasi

Kredit investasi adalah kredit jangka menengah/panjang yang diberikan kepada (calon) debitur untuk membiayai barang-barang modal dalam rangka rehabilitasi, modernisasi, perluasan ataupun pendirian proyek baru, misalnya untuk pembelian mesin-mesin, bangunan dan tanah untuk pabrik, yang pelunasannya dari hasil usaha dengan barang-barang modal yang dibiayai.

Ketentuan :

- Mempunyai Feasibility Study.
- Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP, dll.
- Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (Grace Period) maksimum 4 tahun.
- Agunan utama adalah usaha yang dibiayai. Debitur menyerahkan agunan tambahan jika menurut penilaian Bank diperlukan.
- Maksimum pembiayaan bank 65% dan Self Financing (SF) 35%.

Bunga :

Suku bunga kredit 13,5 % *)

Pinjaman Bank		
Biaya	Nilai	Unit
<i>Building Cost</i>	Rp 19,639,031,726.51	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	Rp 12,765,370,622.23	Rp
Bunga Bank	9.95%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	Rp 1,270,154,376.91	Per tahun
Masa Pinjaman	5	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	Rp 3,823,228,501.36	Rp
	23,462,260,227.87	
Biaya Perawatan	Nilai	Unit
Diasumsikan 10% total dari <i>Building Cost</i>		
Total Maintenance Cost	Rp 267,719,274	per tahun

Asuransi	Nilai	Unit
<i>Diasumsikan 2% dari total Building Cost (Watson, 1998)</i>		
Biaya asuransi	Rp 53,543,855	per tahun

Gaji Crew	Nilai	Unit
Jumlah crew kapal	5	orang
Gaji crew kapal per bulan	Rp 4,500,000	per orang
Gaji crew kapal per tahun	Rp 54,000,000	per orang
Total Gaji Crew	Rp 270,000,000	

Bahan Bakar Fuel Oil	Nilai	Unit
Asumsi Operasional Fuel Oil	2.5	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	120.0	liter/jam
Harga bahan bakar (http://www.infohargabbm.com/)	Rp 7,400	per liter
Harga bahan bakar	Rp 2,220,000	per hari
Harga bahan bakar	Rp 33,300,000	per bulan(15 hari)
Harga bahan bakar	Rp 399,600,000.00	per tahun

Bahan Bakar Diesel Oil	Nilai	Unit
Asumsi Operasional Diesel Oil	2.5	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	96.00	liter/jam
Harga bahan bakar	Rp 5,150	per liter
Harga bahan bakar	Rp 1,236,000.00	per hari
Harga bahan bakar	Rp 18,540,000	per bulan(15 hari)
Harga bahan bakar	Rp 222,480,000	per tahun

Air Bersih (Fresh Water)	Nilai	Unit
Harga air bersih	Rp 560,000	per 8000 liter (8 ton)
Harga air bersih per 4 ton	Rp 280,000	per trip
	Rp 4,200,000	per bulan
Total	Rp 50,400,000	per tahun

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Waktu
Cicilan Pinjaman Bank	Rp 3,823,228,501	per tahun
Maintenance Cost	Rp 267,719,274	per tahun
Insurance Cost	Rp 53,543,855	per tahun
Gaji crew	Rp 270,000,000	per tahun
Bahan Bakar Fuel Oil	Rp 399,600,000.00	per tahun
Bahan Bakar Diesel Oil	Rp 222,480,000	per tahun
Air Bersih (Fresh Water)	Rp 50,400,000	per tahun
Port Charges	Rp -	per tahun
TOTAL	Rp 5,086,971,630	per tahun

Pinjaman Bank	Bunga Bank	Tahun	Jumlah Angsuran	Harga Kapal	Rp 1,402,787,980.47
Rp 12,765,370,622.23	9.95%	5	Rp 2,553,074,124.45	Depresiasi	Rp 46,759,599.35

Tahun	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Pinjaman	Rp 12,765,370,622.23	Rp 12,765,370,622.23	Rp 10,212,296,497.79	Rp 7,659,222,373.34	Rp 5,106,148,248.89	Rp 2,553,074,124.45
Angsuran		Rp 2,553,074,124.45	Rp 2,553,074,124.45	Rp 2,553,074,124.45	Rp 2,553,074,124.45	Rp 2,553,074,124.45
Total yang dikembalikan	Rp 12,765,370,622.23	Rp 10,212,296,497.79	Rp 7,659,222,373.34	Rp 5,106,148,248.89	Rp 2,553,074,124.45	Rp -
Bunga		Rp 1,270,154,376.91	Rp 1,016,123,501.53	Rp 762,092,626.15	Rp 508,061,750.76	Rp 254,030,875.38

Pendapatan Usaha	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Perencanaan Harga Sewa		Rp 6,700,000,000.00	Rp 7,705,000,000.00	Rp 8,860,750,000.00	Rp 10,189,862,500.00	Rp 11,718,341,875.00
Operational Cost						
Gaji Crew		Rp 270,000,000.00	Rp 297,000,000.00	Rp 326,700,000.00	Rp 359,370,000.00	Rp 395,307,000.00
Fresh Water		Rp 50,400,000.00	Rp 55,440,000.00	Rp 60,984,000.00	Rp 67,082,400.00	Rp 73,790,640.00
Fuel Oil		Rp 399,600,000.00	Rp 439,560,000.00	Rp 483,516,000.00	Rp 531,867,600.00	Rp 585,054,360.00
Diesel Oil		Rp 222,480,000.00	Rp 244,728,000.00	Rp 269,200,800.00	Rp 296,120,880.00	Rp 325,732,968.00
Perawatan Kapal		Rp 267,719,274.13	Rp 267,719,274.13	Rp 267,719,274.13	Rp 267,719,274.13	Rp 267,719,274.13
Asuransi Kapal		Rp 53,543,854.83	Rp 58,898,240.31	Rp 64,788,064.34	Rp 71,266,870.77	Rp 78,393,557.85
Depresiasi		Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35
Total Operational Cost		Rp 1,263,743,128.96				
Laba Usaha		Rp 5,436,256,871.04	Rp 7,705,000,000.00	Rp 8,860,750,000.00	Rp 10,189,862,500.00	Rp 11,718,341,875.00
Bunga		Rp 1,270,154,376.91	Rp 1,016,123,501.53	Rp 762,092,626.15	Rp 508,061,750.76	Rp 254,030,875.38
Laba Sebelum Pajak		Rp 4,166,102,494.13	Rp 6,688,876,498.47	Rp 8,098,657,373.85	Rp 9,681,800,749.24	Rp 11,464,310,999.62
Pajak		Rp 416,610,249.41	Rp 668,887,649.85	Rp 809,865,737.39	Rp 968,180,074.92	Rp 1,146,431,099.96
Laba Bersih		Rp 3,749,492,244.72	Rp 6,019,988,848.62	Rp 7,288,791,636.47	Rp 8,713,620,674.31	Rp 10,317,879,899.66
PROYEKSI ARUS KAS 5 TAHUN						
In-Flow						
Laba Bersih		Rp 3,749,492,244.72	Rp 6,019,988,848.62	Rp 7,288,791,636.47	Rp 8,713,620,674.31	Rp 10,317,879,899.66
Depresiasi		Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35
NET INFLOW		Rp 3,796,251,844.06	Rp 6,066,748,447.97	Rp 7,335,551,235.82	Rp 8,760,380,273.66	Rp 10,364,639,499.00
Out-Flow						
Investment	Rp 19,639,031,726.51					
NET OUTFLOW	Rp 19,639,031,726.51	Rp -				
FREE CRASH FLOW	-Rp 19,639,031,726.51	Rp 3,796,251,844.06	Rp 6,066,748,447.97	Rp 7,335,551,235.82	Rp 8,760,380,273.66	Rp 10,364,639,499.00

$$BEP = \frac{(Biaya Tetap)}{1 - (Biaya Variable per Unit/ price)}$$

BIAYA TETAP = Rp 267,719,274.13
 HARGA PER UNIT= Rp 6,700,000,000.00
 BIAYA VARIABEL= Rp 1,042,783,454.18
 BEP= Rp 317,067,434.52

Rp 36,323,571,300.52

2024	2025	2026	2027	2028
Rp 13,476,093,156.25	Rp 15,497,507,129.69	Rp 17,822,133,199.14	Rp 20,495,453,179.01	Rp 23,569,771,155.86
Rp 434,837,700.00	Rp 478,321,470.00	Rp 526,153,617.00	Rp 578,768,978.70	Rp 636,645,876.57
Rp 81,169,704.00	Rp 89,286,674.40	Rp 98,215,341.84	Rp 108,036,876.02	Rp 118,840,563.63
Rp 643,559,796.00	Rp 707,915,775.60	Rp 778,707,353.16	Rp 856,578,088.48	Rp 942,235,897.32
Rp 358,306,264.80	Rp 394,136,891.28	Rp 433,550,580.41	Rp 476,905,638.45	Rp 524,596,202.29
Rp 267,719,274.13	Rp 267,719,274.13	Rp 267,719,274.13	Rp 267,719,274.13	Rp 267,719,274.13
Rp 86,232,913.64	Rp 94,856,205.00	Rp 104,341,825.50	Rp 114,776,008.05	Rp 126,253,608.86
Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35
Rp 13,476,093,156.25	Rp 15,497,507,129.69	Rp 17,822,133,199.14	Rp 20,495,453,179.01	Rp 23,569,771,155.86
Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -
Rp 13,476,093,156.25	Rp 15,497,507,129.69	Rp 17,822,133,199.14	Rp 20,495,453,179.01	Rp 23,569,771,155.86
Rp 1,347,609,315.63	Rp 1,549,750,712.97	Rp 1,782,213,319.91	Rp 2,049,545,317.90	Rp 2,356,977,115.59
Rp 12,128,483,840.63	Rp 13,947,756,416.72	Rp 16,039,919,879.23	Rp 18,445,907,861.11	Rp 21,212,794,040.28
Rp 12,128,483,840.63	Rp 13,947,756,416.72	Rp 16,039,919,879.23	Rp 18,445,907,861.11	Rp 21,212,794,040.28
Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35	Rp 46,759,599.35
Rp 12,175,243,439.97	Rp 13,994,516,016.07	Rp 16,086,679,478.58	Rp 18,492,667,460.46	Rp 21,259,553,639.63
Rp 12,175,243,439.97	Rp 13,994,516,016.07	Rp 16,086,679,478.58	Rp 18,492,667,460.46	Rp 21,259,553,639.63

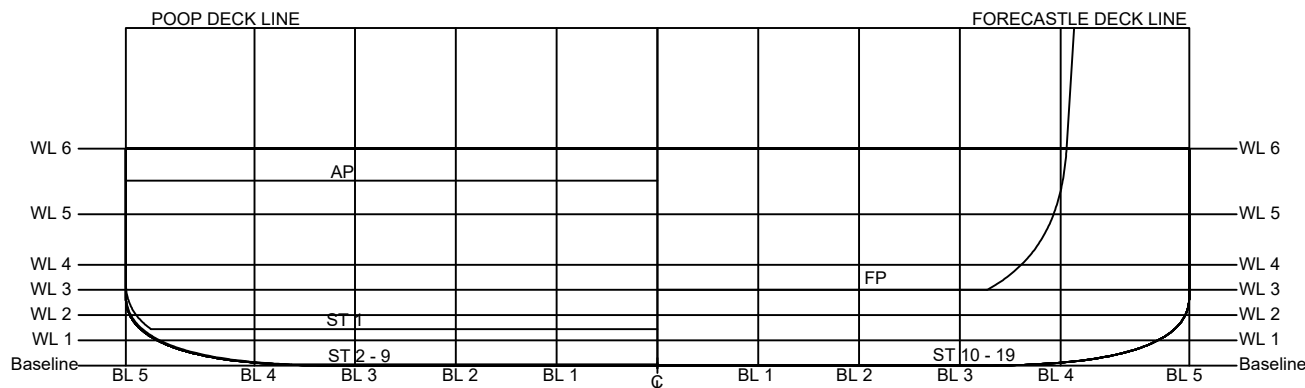
TAHUN	FCF		Kumulatif	Fraction
2019	-Rp	19,639,031,726.51	(19,639,031,727)	
2020	Rp	3,796,251,844.06	(15,842,779,882)	n/m
2021	Rp	6,066,748,447.97	(9,776,031,434)	n/m
2022	Rp	7,335,551,235.82	(2,440,480,199)	n/m
2023	Rp	8,760,380,273.66	6,319,900,075	0.3

NPV	Rp	345,258,028.63
PI		1.02
IRR		10.7%
PP		3.28
BEP	Rp	317,067,434.52

tahun

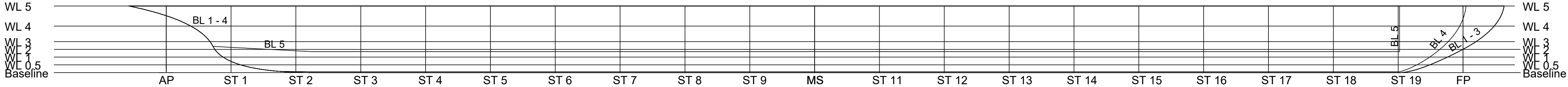
LAMPIRAN D
DESAIN RENCANA GARIS

STATION	WATERLINE					
	0.5	1	2	3	4	5
AP						
1						10.55
2		10.343	10.55	10.55	10.543	10.55
3	9.88	10.449	10.55	10.55	10.55	10.55
4	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
5	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
6	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
7	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
8	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
9	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
10	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
11	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
12	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
13	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
14	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
15	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
16	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
17	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
18	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
19	9.933	10.471	10.55	10.55	10.55	10.55
FP				7.221	7.858	8.115

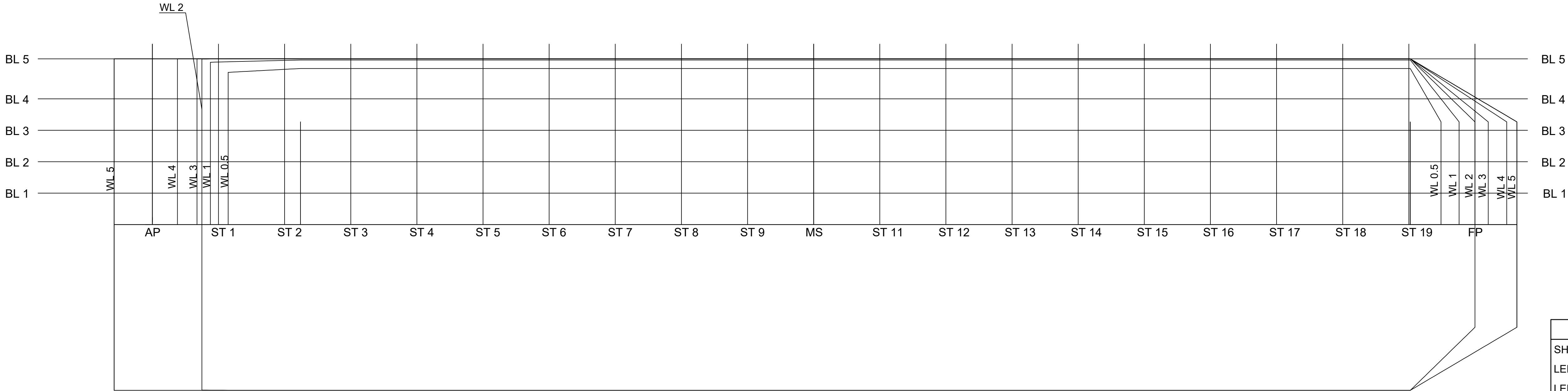


STATION	BUTTOCK LINE				
	1	2	3	4	5
AP	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67
1	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67
2	0.723	0.723	0.723	0.723	1.63
3	0.02	0.02	0.02	0.067	1.407
4	0	0	0	0.056	1.353
5	0	0	0	0.056	1.353
6	0	0	0	0.056	1.353
7	0	0	0	0.056	1.353
8	0	0	0	0.056	1.353
9	0	0	0	0.056	1.353
10	0	0	0	0.056	1.353
11	0	0	0	0.056	1.353
12	0	0	0	0.056	1.353
13	0	0	0	0.056	1.353
14	0	0	0	0.056	1.353
15	0	0	0	0.056	1.353
16	0	0	0	0.056	1.353
17	0	0	0	0.056	1.353
18	0	0	0	0.056	1.353
19	0	0	0	0.056	1.353
FP	1.5	1.5	1.5	3.472	

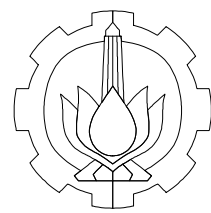
SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	S.P. BARGE
LENGTH OVERALL (Loa)	89.4 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	77.2 m
BREADTH (B)	21.1 m
HEIGHT (H)	4.3 m
DRAUGHT (T)	1.5 m
SERVICE SPEED (Vs)	10.0 Knot



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

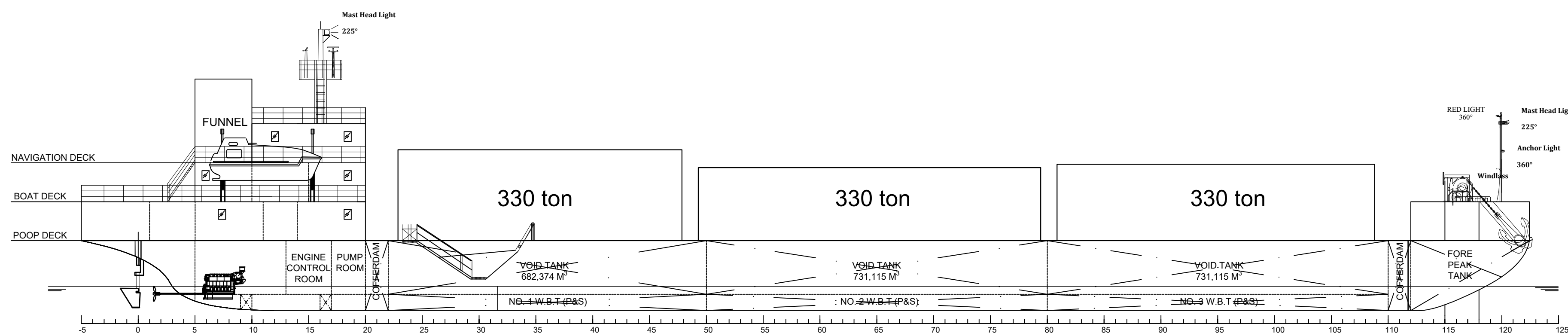
M.V. HELLBLAZER

LINES PLAN

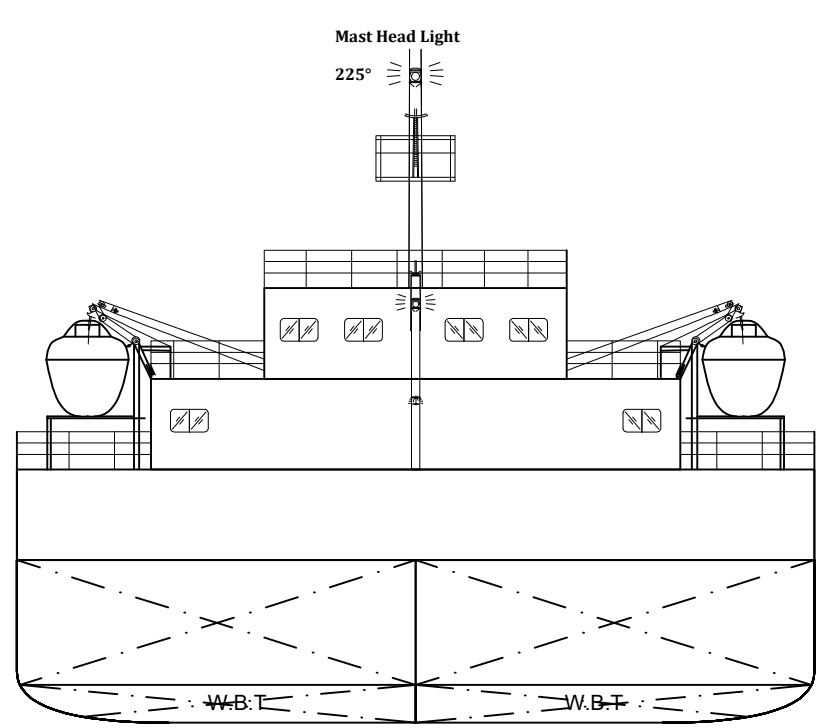
SCALE	1:150	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Rakadrian Nugraha Buana			4114100025
APPROVED	Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.			A1

LAMPIRAN E
DESAIN RENCANA UMUM

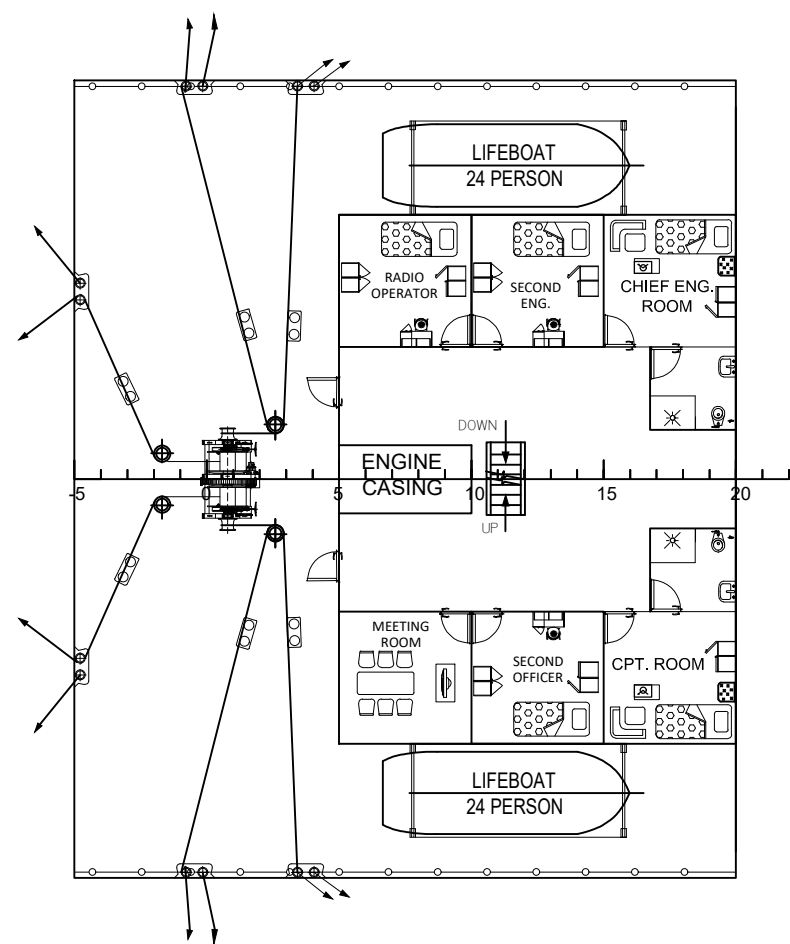
SIDE ELEVATION



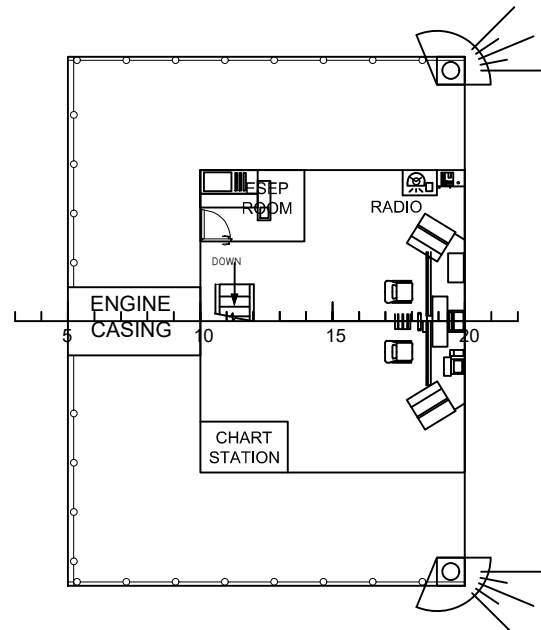
FRONT ELEVATION



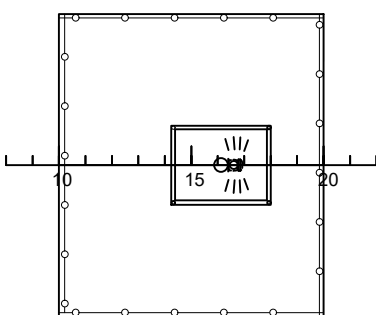
BOAT DECK



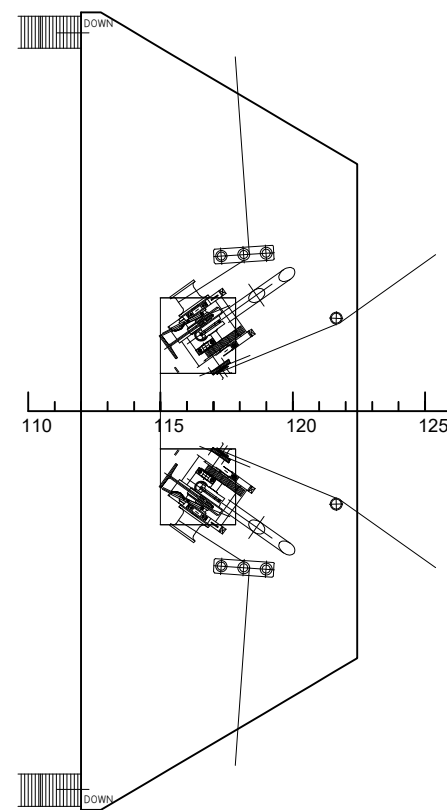
NAVIGATION DECK



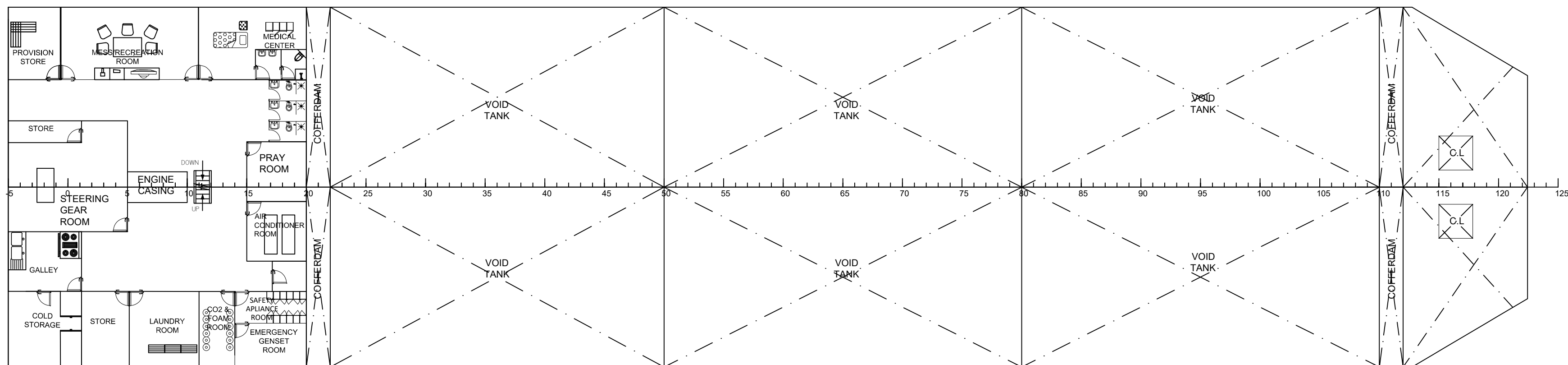
TOP DECK



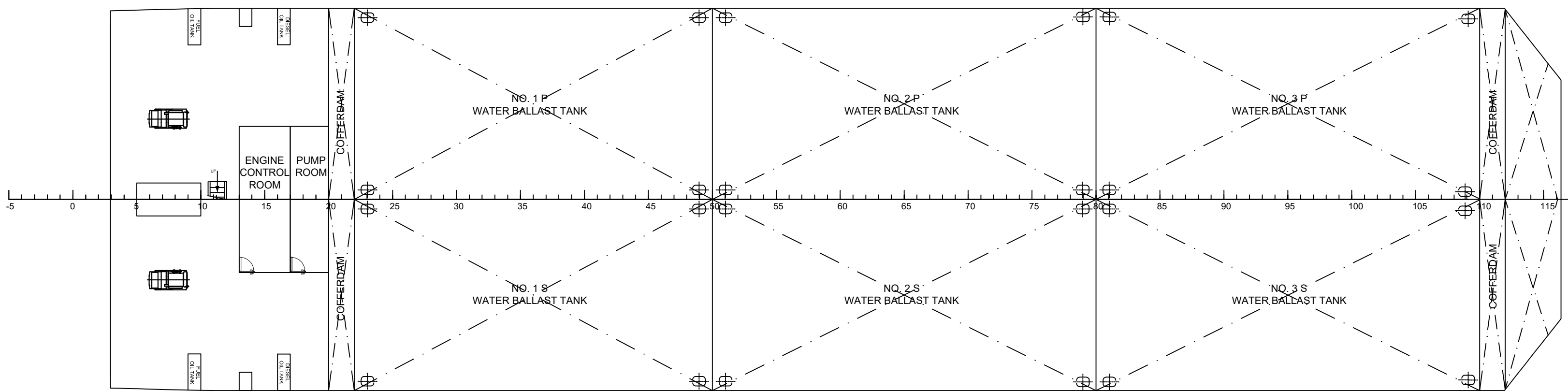
FORECASTLE DECK



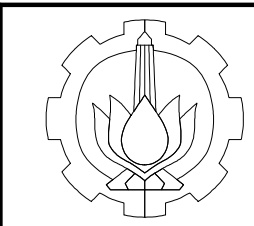
MAIN DECK



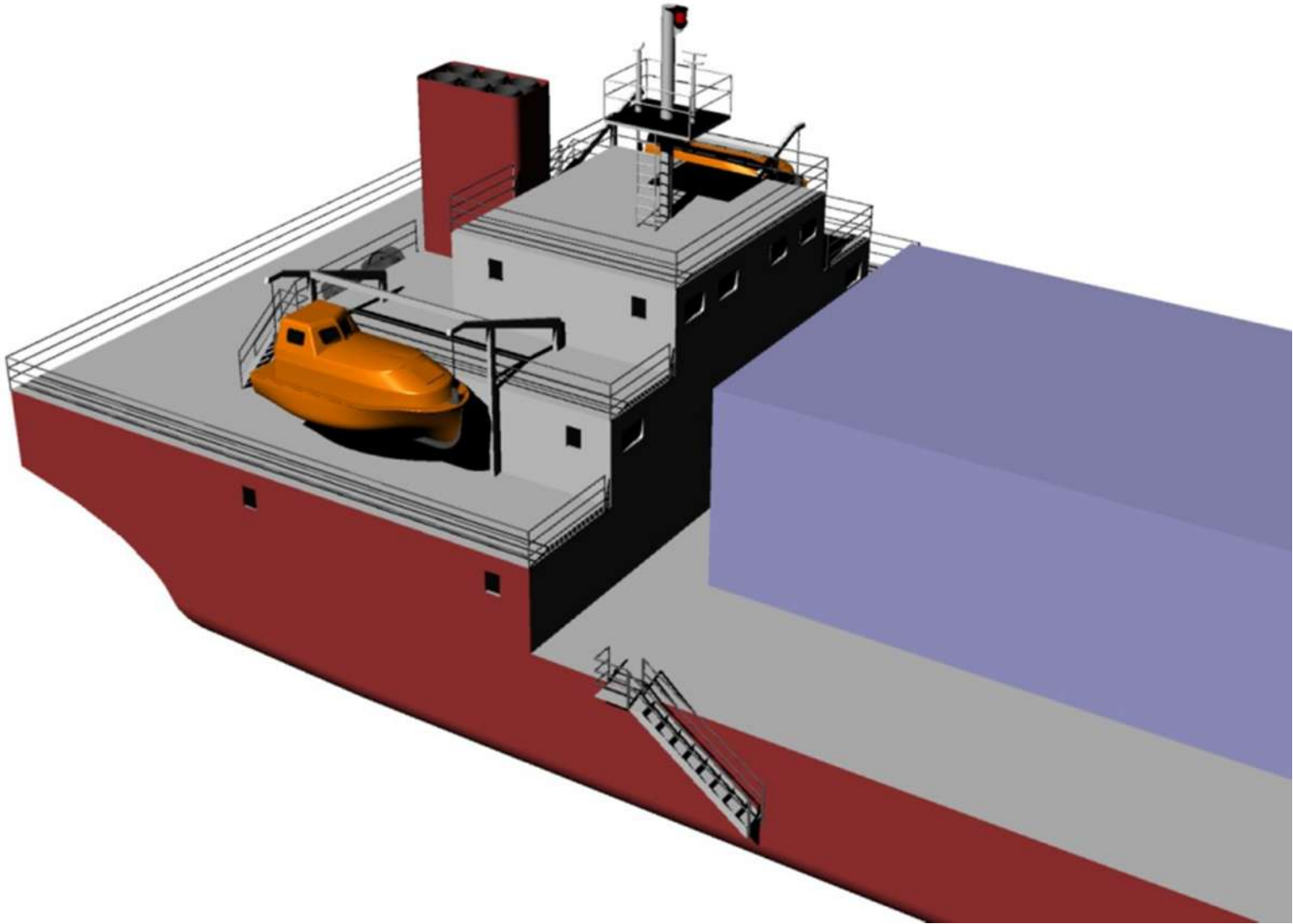
DOUBLE BOTTOM

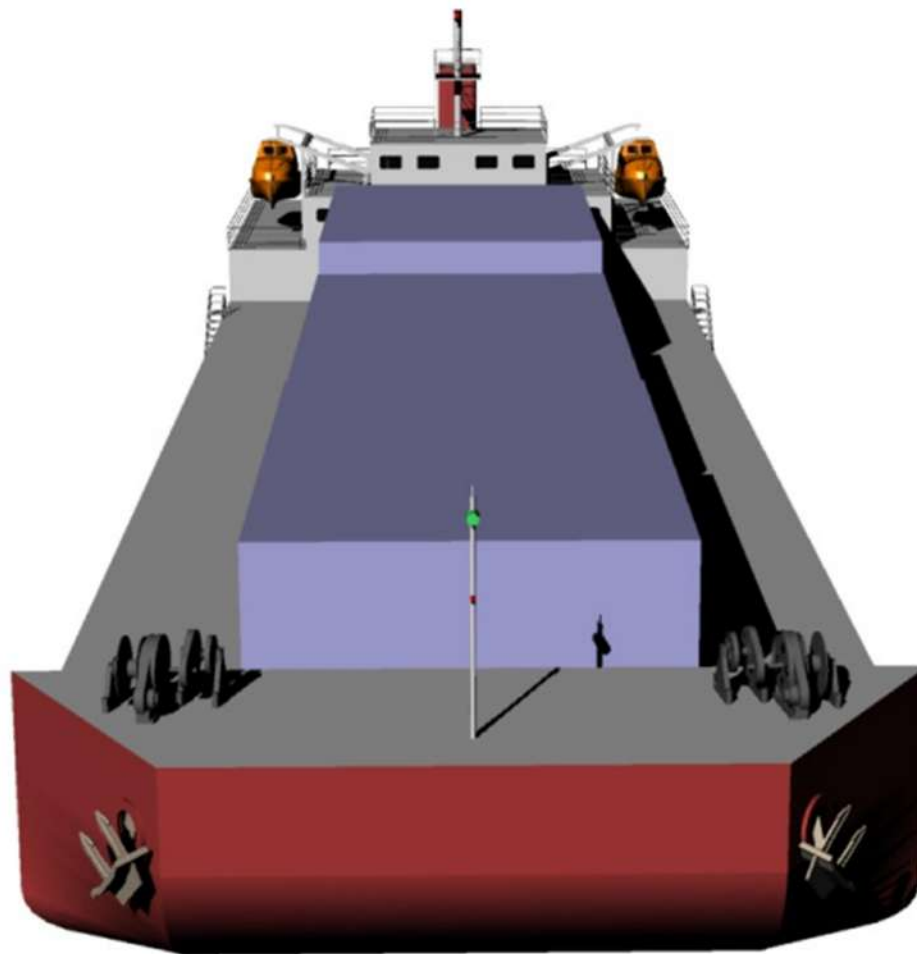


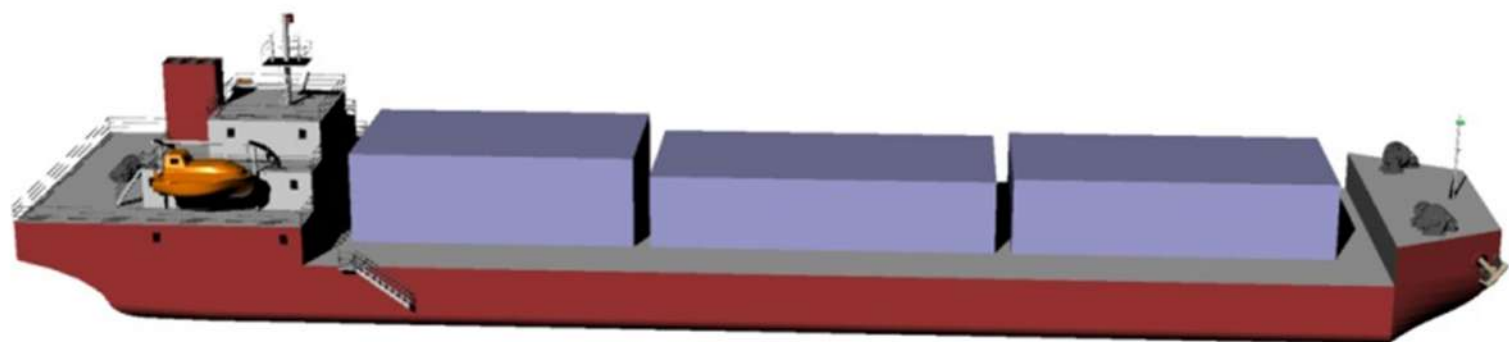
PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	S.P. BARGE
LENGTH OVERALL (Loa)	89.4 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	77.2 m
BREADTH (B)	21.1 m
HEIGHT (H)	4.3 m
DRAUGHT (T)	1.5 m
SERVICE SPEED (Vs)	10.0 Knot

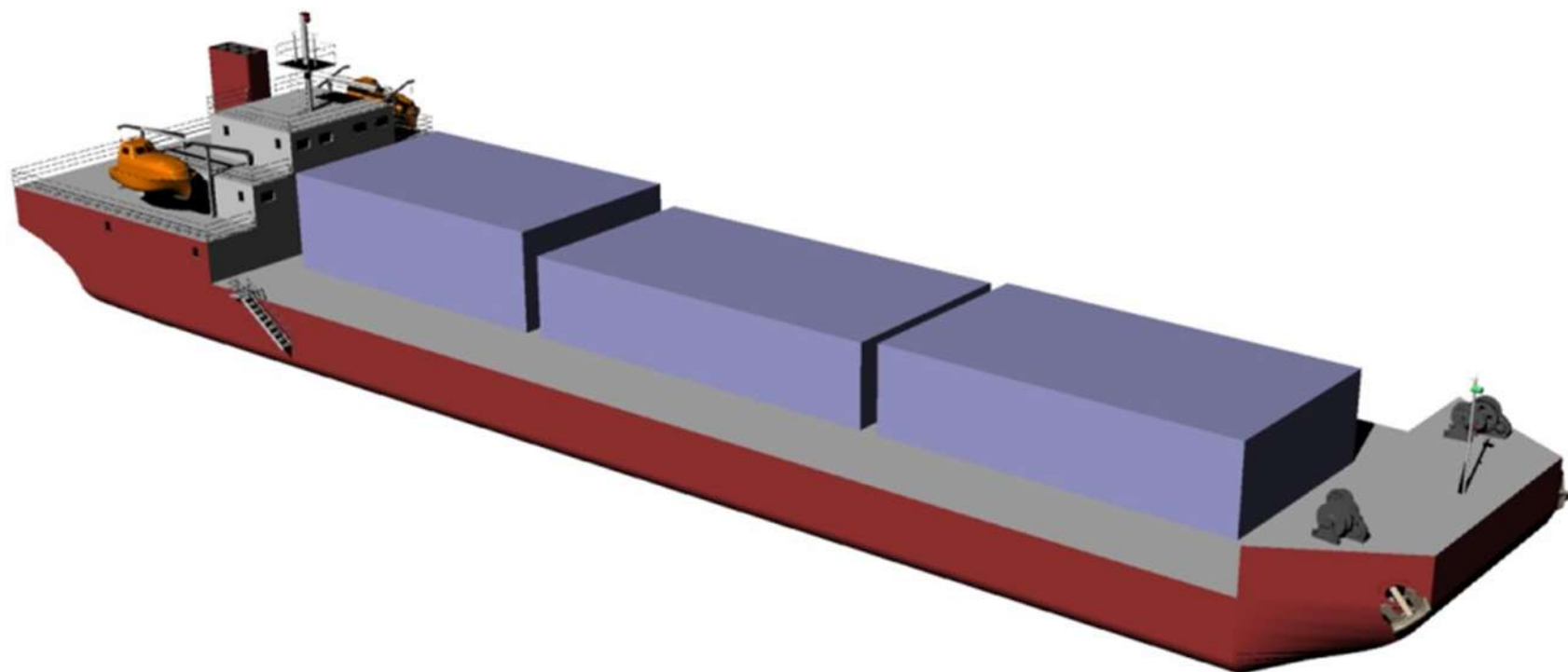
<div></div> <div>DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</div>				
M.V. HELLBLAZER				
GENERAL ARRANGEMENT				
SCALE	1:200	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Rakadrian Nugraha Buana			4114100025
APPROVED	Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.			A1

LAMPIRAN F
DESAIN MODEL 3D





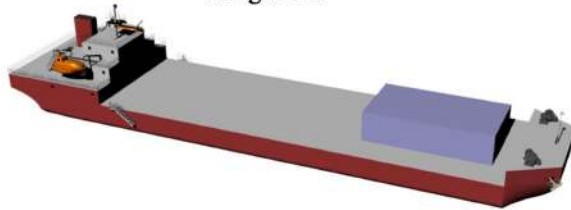




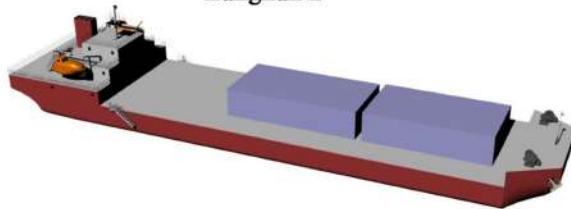
LAMPIRAN G
SKEMA *LOADING & OFF-LOADING*

LOADING

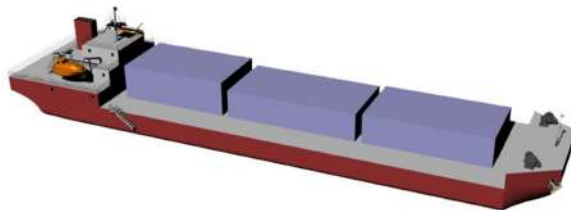
Langkah 1



Langkah 2

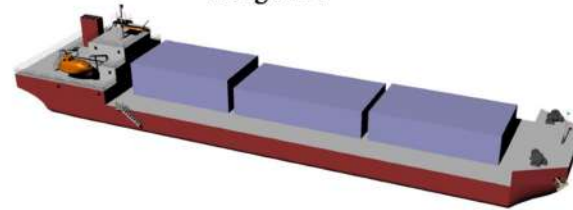


Langkah 3

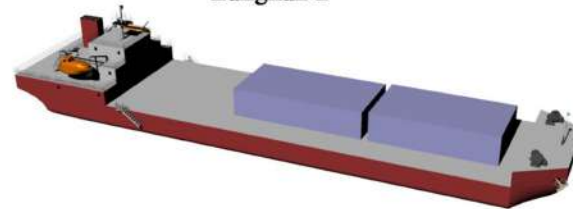


OFF-LOADING

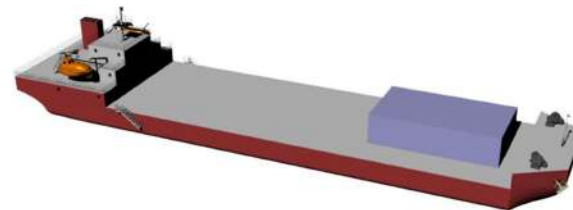
Langkah 1



Langkah 2



Langkah 3



BIODATA PENULIS



Rakadrian Nugraha Buana, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Batam pada 4 Agustus 1996 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Kartini, kemudian melanjutkan ke SD Kartini I, SMP Djuwita dan SMAN 1 Batam. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2014 melalui jalur SNMPTN undangan.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Kewirausahaan HIMATEKPAL ITS 2014/2015 serta kepala bagian Departemen Kewirausahaan HIMATEKPAL ITS 2015/2016.

Penulis tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah Menggambar Teknik yaitu pada bagian AutoCAD.

Email: rakadrian.nugraha@gmail.com